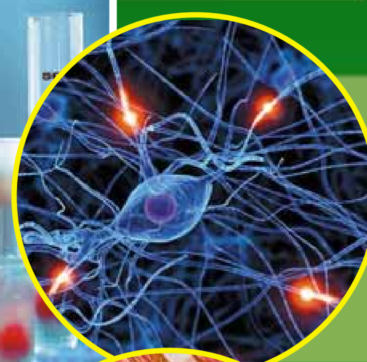
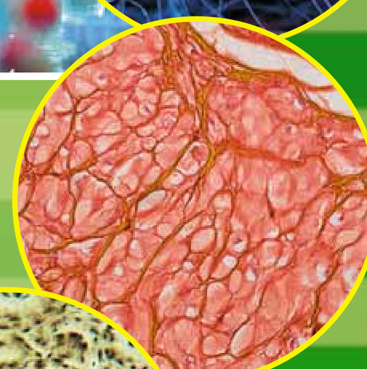
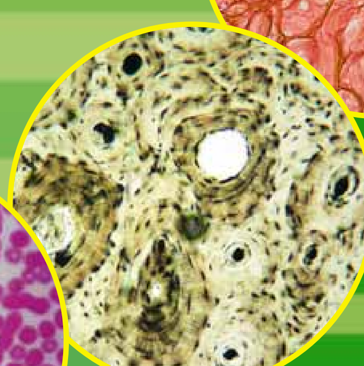
БІОЛОГІЯ

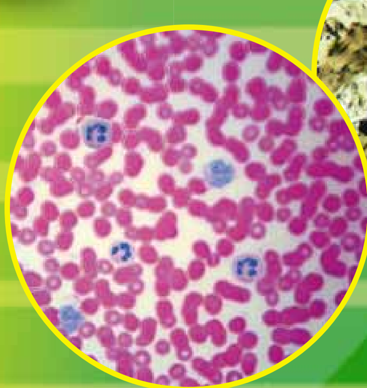






8





УДК 57(075.3)
ББК 28я721
Б63

Автори: **Н.Ю. МАТЯШ, Л.І. ОСТАПЧЕНКО, О.М. ПАСІЧНІЧЕНКО, П.Г. БАЛАН**

Рекомендовано Міністерством освіти і науки України
(Наказ Міністерства освіти і науки України від 10.05.2016 № 491)

Видано за рахунок державних коштів. Продаж заборонено

Експерти, які здійснили експертизу підручника під час проведення конкурсного відбору проектів підручників для учнів 8 класу загальноосвітніх навчальних закладів і зробили висновок про доцільність надання підручнику грифа «Рекомендовано Міністерством освіти і науки України»:
Калуш Л.Ю., учитель біології Шумського ліцею, Шумського району Тернопільської області, заслужений учитель України;
Куртяк Ф.Ф., кандидат біологічних наук, доцент, завідувач кафедри зоології біологічного факультету ДВНЗ «Ужгородський національний університет»;
Шагієва Р.Р., методист кабінету природничо-математичних предметів, технологій Рівненського обласного інституту післядипломної педагогічної освіти.

Б63 **Біологія** : підруч. для 8-го кл. загальноосвіт. навч. закл. / Н.Ю. Матяш [та ін.]. — Київ : Генеза, 2016. — 288 с. : іл.

ISBN 978-966-11-0703-7.

Підручник відповідає навчальній програмі «Біологія, 6–9 класи» для загальноосвітніх навчальних закладів (зі змінами, затвердженими наказом МОН України від 29.05.2015 № 585). Дотримання компетентнісного підходу до змісту підручника спрямоване на формування в учнів предметної компетентності, складниками якої є: знання з біології, позитивно ціннісне ставлення до вивчення організму людини і різні способи навчальної діяльності.

УДК 57(075.3)
ББК 28я721

ISBN 978-966-11-0703-7

Дорогі восьмикласники!

У попередніх класах ви вивчали біологію рослин, грибів, бактерій і тварин. Цього року ви здобуватимете знання про організм людини. Знання основ наук про людину розкриють вам особливості будови і функцій свого організму, важливість збереження здоров'я, допоможуть організувати здоровий спосіб життя. Під час засвоєння цих знань ви переконаєтеся, що здоров'я є найбільшою індивідуальною і соціальною цінністю. Це те, що дає змогу людині активно жити: учитися, працювати, захоплюватися улюбленою справою.

З метою кращого засвоєння змісту підручника матеріал у ньому поділено на теми і параграфи. Прочитайте назву теми та інформацію про те, про що ви в ній дізнаєтеся. Зверніть увагу на завдання і запитання рубрики ***Пригадайте***. Вони допоможуть вам пригадати матеріал, засвоєний раніше, і краще сприйняти нові знання. У деяких параграфах, особливо початкових, вам трапиться рубрика ***Активізуйте свої знання***. У ній коротко повторено матеріал, який ви вже вивчали в курсі «Біологія» у попередніх класах, а також з інших предметів (як-от, фізики, хімії, основ здоров'я).

Рубрика ***Цікаво знати*** розширить ваші знання і спонукатиме до подальшого вивчення предмета. Рубрика ***Здоров'я людини*** закцентує на практичному застосуванні здобутих знань у повсякденному житті. Уважно роздивляйтеся малюнки підручника, читайте підписи на них, знаходьте всі позначені на них елементи. У тексті параграфів, підписах під малюнками є ще й навчальні завдання. У їхній зміст закладено вашу навчальну діяльність, спрямовану на вивчення тексту, аналіз змісту малюнків, на порівняння ознак.

Після кожного параграфа є рубрика ***Ключові терміни і поняття***. У ній виділено нові для вас поняття і терміни. Зверніться до них ще раз, повторіть їхнє значення. Надалі це допоможе вам у вивченні нового матеріалу. Основна частина параграфів завершується рубрикою ***Узагальнимо знання***. Прочитавши текст цієї рубрики, ви легко пригадаєте головні моменти нового матеріалу, вивченого на уроці.

Не оминайте увагою рубрики ***Перевірте та застосуйте здобуті знання, Обговоріть у групах, Поміркуйте, Творче завдання***. Виконання вміщених у них завдань дасть вам змогу краще засвоїти навчальний матеріал, сприятиме розвиткові інтелектуальних умінь: аналізувати, порівнювати, узагальнювати, оцінювати, робити висновки, передбачати, зіставляти факти, знаходити закономірності, висловлювати власні судження. Завершується кожна тема рубрикою ***Самоконтроль знань з теми***, у якій запропоновано різноманітні контрольні завдання з усієї теми. Засвоєнню теоретичного матеріалу сприятимуть ***лабораторні роботи*** та ***лабораторні дослідження***. Під час виконання їх ви набуватимете важливих наукових умінь і навичок.

Сподіваємося, що цей підручник не тільки дасть вам нові знання, а й допоможе краще зорієнтуватися в інформації, отриманій поза школою, підкаже, як краще застосовувати ці знання у своєму подальшому житті.

Успіхів вам у пізнанні!

Автори



Вступ

Що таке біологічна система?
Які є ознаки організму людини як біологічної системи? Яке значення мають знання про людину для збереження її здоров´я?

§ 1. ОРГАНІЗМ ЛЮДИНИ ЯК БІОЛОГІЧНА СИСТЕМА

Пригадайте ознаки живого. Які особливості в будові ссавців вирізняють їх серед інших тварин? Що таке вид, екосистема?

Минулого навчального року на уроках біології ви ознайомилися з дивовижним світом тварин: вивчали його різноманітність, особливості будови, процесів життєдіяльності, поведінки, пристосування до умов життя окремих його представників. Людина має багато спільних рис із представниками тваринного світу. Учені вважають, що все людство, незважаючи на відмінність кольору шкіри та інших ознак, – це один вид (мал. 1). Вони так класифікували його: тип ***Хордові***, підтип ***Хребетні***, клас ***Ссавці***, ряд ***Примати***, родина ***Гомініди***, рід ***Людина***, вид ***Людина розумна (Homo sapiens)***. Однак людина, на відміну від тварин, є особистістю – насамперед суб’єктом суспільних відносин (*пригадайте, які відносини належать до суспільних*).



Мал. 1. Усе людство – один біологічний вид

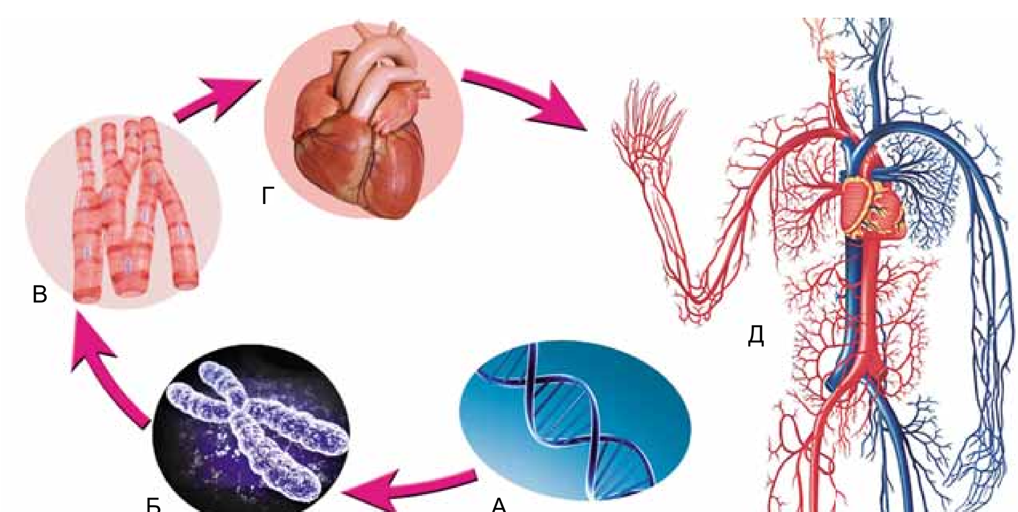
АКТИВІЗУЙТЕ СВОЇ ЗНАННЯ

Пригадайте: ***вид*** – це сукупність особин, подібних між собою за будовою, процесами життєдіяльності, вимогами до умов існування, які дають плідне потомство.

Загальні ознаки, властиві організму людини як біологічній системі. Організм людини – це цілісна, відкрита, саморегульована та відносно стійка біологічна система. Що це означає? Насамперед з'ясуємо, що **система** – це єдине ціле, яке складається з тісно взаємопов'язаних між собою окремих частин. ***Біологічна (жива) система*** – це структурне й функціональне об'єднання біологічних елементів різного рівня складності: молекул, клітин, тканин, органів та їхніх систем, організмів тощо (*пригадаємо:* структура – це будова, а функція – це певний діяльний стан клітини, органа чи організму в цілому).

До біологічних систем належать: складні молекули (як-от молекули білків чи нуклеїнових кислот); клітини; організми; види; екосистеми. **Людина як складна біологічна система перебуває на організмовому рівні організації.** Біологічні системи нижчого рівня організації є складовою біологічних систем вищого рівня. Так, біологічні молекули, наприклад білки, нуклеїнові кислоти, входять до складу клітин, клітини – до складу тканин, тканини – до складу органів, органи та їхні системи – до складу цілісного організму (мал. 2).

ЗАПАМ'ЯТАЙТЕ! Складні біологічні системи, як-от організм людини, є сукупністю біологічних систем нижчого рангу, які взаємодіють між собою. Саме їхня взаємодія й визначає такі властивості організму людини, як цілісність і здатність до саморегуляції. Ці ознаки є спільними з організмовими біологічними системами інших багатоклітинних живих істот: рослинами, тваринами.



Мал. 2. Структурна організація організму людини: молекули нуклеїнових кислот (А) входять до складу структур ядра клітини – хромосом (Б). Клітини входять до складу тканин (серцевий м'яз, В). З тканин складаються органи (серце, Г), які входять до складу певної системи органів організму (кровоносна система людини, Д)

Отже, всі складові організму людини не працюють окремо й не можуть існувати незалежно одна від одної. Усі вони є частиною одного неподільного *цілого* – організму, який *відкрито* взаємодіє з довкіллям, оскільки потребує надходження ззовні речовин і енергії й виділення назовні продуктів обміну.

Підтримання відносної сталості хімічного складу, будови, властивостей забезпечує ***саморегуляція*** організму як цілісної біологічної системи. Досконалі регуляторні механізми організму дають можливість людині існувати не лише за певних сталих умов, а й витримувати їхні зміни, пристосовуватись до нових умов – *адаптуватися.*

ЗАПАМ'ЯТАЙТЕ! **Адаптація** – сукупність особливостей будови, функцій та поведінки певного біологічного виду, що забезпечує його існування в певних умовах довкілля.

Єдність усіх біологічних систем базується, зокрема, на ***єдності їхнього хімічного складу.*** Організм людини, як будь-яка біологічна система, насамперед, складається з таких хімічних елементів, як Карбон **(C)**, Гідроген **(H)**, Оксиген **(O)** і Нітроген **(N)**. Ці хімічні елементи переважають у складі різних організмів, становлячи понад 90 %. Саме вони, зокрема Карбон, є основою органічних сполук (білків, ліпідів, вуглеводів, нуклеїнових кислот).

Пригадайте *з курсу природознавства,* які речовини називають органічними; а *з курсу хімії* – яке місце розташування хімічних елементів Карбону (C), Гідрогену (H), Оксигену (O) і Нітрогену (N) у періодичній системі; схарактеризуйте їх.

Також для організму людини як цілісної біологічної системи характерні всі прояви живого. Пригадаємо їх.

Обмін речовин і енергії здійснюється в організмі людини та з навколишнім середовищем. У ньому безпосередньо беруть участь такі системи органів: травна, дихальна, видільна, кровоносна. Ці процеси забезпечують постійне ***самовідновлення*** в організмі: зокрема, відновлюється хімічний склад клітин і клітинний склад організму. ***Подразливість*** пов'язана з реакцією організму на дію зовнішніх і внутрішніх подразників. Це забезпечує зв'язок організму з навколишнім та внутрішнім середовищем, його існування за постійних змін у них та швидке реагування на такі зміни.

Розмноження – здатність організму людини відтворювати собі подібних. Вона базується на механізмах збереження і передавання спадкової інформації, забезпечує безперервність життя. ***Ріст*** і ***розвиток*** є відповідно кількісною і якісною характеристиками організму людини. Під час росту поступово збільшуються маса й розміри організму, а під час розвитку він змінюється якісно. ***Рух*** – це зміна положення організму чи його частин у просторі. Рухи організму людини забезпечує опорно-рухова система.

✿ *Ключові терміни і поняття:* **біологічна система, адаптації.**

УЗАГАЛЬНИМО ЗНАННЯ

Організм людини є біологічною системою, якій властиві:

- єдність хімічного складу з іншими біологічними системами;
- рівневість (її складовими є біологічні системи нижчих рівнів: біологічні молекули, клітини, тканини, органи та їхні системи);

- цілісність (усі складові виконують певні функції, взаємодіючи між собою);
- відкритість: організм людини потребує постійного надходження з довкілля речовин та енергії, які зазнають у ньому змін; у довкілля надходять використана енергія у вигляді тепла та кінцеві продукти обміну речовин;
- саморегуляція, яку забезпечують регуляторні системи.

ПЕРЕВІРТЕ ТА ЗАСТОСУЙТЕ ЗДОБУТІ ЗНАННЯ

Дайте відповідь на запитання

1. Що таке біологічна система? Які її властивості? 2. Якими є рівні організації біологічних систем? 3. У чому полягає саморегуляція біологічних систем? 4. На якому рівні організації перебуває організм людини?

Виберіть одну правильну відповідь

1. Укажіть ознаку живої системи, пов'язану з реакцією організму на дію зовнішніх і внутрішніх подразників: а) рівневість; б) розмноження; в) подразливість; г) обмін речовин.
2. Укажіть ряд хімічних елементів, які входять до складу всіх органічних сполук: а) H, O, C, Si; б) H, N, O, C; в) H, Fe, N, C; г) H, P, O, C.
3. Укажіть властивість організму людини, яка характеризує здатність пристосовуватися до змін у зовнішньому та внутрішньому середовищі: а) цілісність; б) здатність до рухів; в) формування адаптацій; г) здатність до розмноження.

ОБГОВОРІТЬ У ГРУПАХ. У чому суть понять *молекулярний*, *клітинний*, *тканинний* і *організмовий рівні організації*?

ПОМІРКУЙТЕ. Що спільного та відмінного між біологічними системами, які перебувають на клітинному рівні організації: а) клітина є складовою певної тканини; б) клітина є самостійним організмом (одноклітинні істоти).

ТВОРЧЕ ЗАВДАННЯ

1. Обґрунтуйте вислів «Організм людини – цілісна, відкрита, саморегульована біологічна система». 2. Складіть схеми структурної організації рослини і тварини.

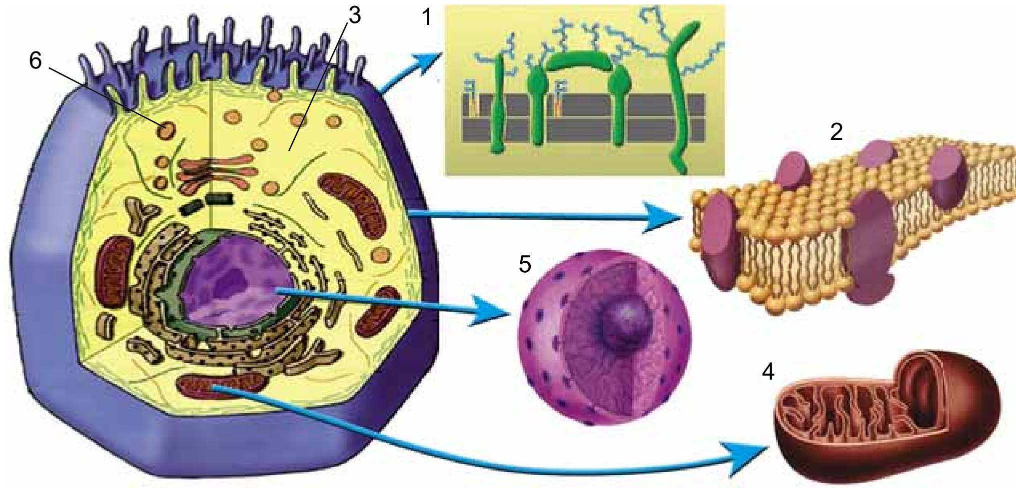
§2. РІЗНОМАНІТНІСТЬ КЛІТИН І ТКАНИН ОРГАНІЗМУ ЛЮДИНИ

Пригадайте, що таке дифузія. Які особливості будови клітин рослин, грибів і тварин? Які ви знаєте тканини тварин?

Клітина як приклад біологічної системи. Тіло людини побудоване з клітин. Як ви пригадуєте, **клітина є структурною** (будівельною) **і функціональною** (діючою) **одиницею багатоклітинного організму.** Загалом увесь наш організм складають понад 75 трильйонів клітин. Вони виконують різноманітні функції: транспортну (еритроцити крові), захисну (лейкоцити крові), опорну (клітини кісткової та хрящової тканин) тощо.

АКТИВІЗУЙТЕ СВОЇ ЗНАННЯ

Пригадайте: усі клітини тварин побудовані за єдиним планом (мал. 3). Вони складаються з *клітинної, або плазматичної, мембрани*, яка оточує *цитоплазму* з одним, кількома або багатьма ядрами. Іззовні плазматична мембрана оточена тоненькою пружною оболонкою – *глікокаліксом*. Він утворений молекулами вуглеводів, які можуть сполучатись з молекулами білків і ліпідів. *Ядро* – неодмінна скла-



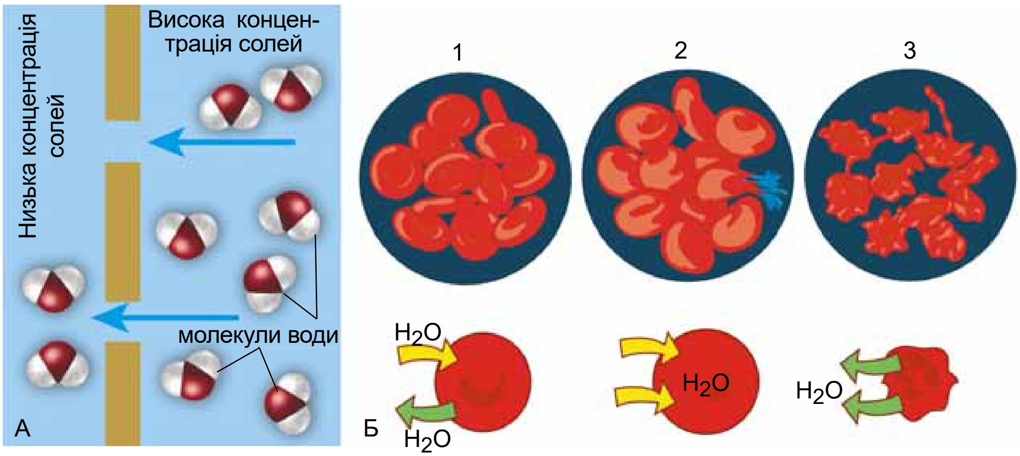
Мал. 3. Будова клітини: 1 – глікокалікс; 2 – плазматична мембрана; 3 – цитоплазма; 4 – мітохондрія; 5 – ядро; 6 – лізосома. ***Завдання.*** *Користуючись малюнком, назвіть основні функції складових клітини*

дова переважної більшості клітин організмів. Воно регулює всі функції клітини і зберігає спадкову інформацію. Це своєрідний центр керування клітиною. *Цитоплазма* – це розчин органічних і неорганічних речовин, у якому містяться органели. У цитоплазмі відбуваються різноманітні біохімічні процеси: утворення одних сполук і розщеплення інших. Там у вигляді включень можуть зберігатися запасні поживні речовини (*пригадайте, які запасні сполуки відкладаються у клітинах рослин і тварин*). *Органели* – постійні клітинні структури певної будови, які забезпечують різні процеси її життєдіяльності. Обов’язковими органелами кожної клітини є *мітохондрії.* Їх ще називають «енергетичними станціями» клітини людини, оскільки там утворюються сполуки, які містять багато енергії.

Розглядаючи малюнок 3 і пригадуючи складові клітини, які ви вивчали у 6–7 класах, зверніть увагу на органелу, позначену цифрою 6. Це ***лізосома*** (від грец. *лізіс* – розчинення та *сома* – тіло). Лізосоми забезпечують перетравлення поживних речовин. Вони містять травні ферменти, здатні розщеплювати різноманітні сполуки.

Хімічний склад клітин людини. У різних клітинах тіла людини виявлено понад 80 хімічних елементів. Ми вже згадували, що серед них переважають Гідроген (**H**), Оксиген (**O**), Карбон (**C**) і Нітроген (**N**). Ці та інші хімічні елементи входять до складу неорганічних та органічних речовин. Їхнє співвідношення у клітині різне. Уміст **неорганічних речовин** у клітині становить 76,5 %, з них води 75 %, мінеральних солей 1,5 %. Вода є розчинником і середовищем для *дифузії* багатьох речовин. Вона забезпечує пружність (*тургор*) клітин і процеси *осмосу*. Отже, наявність води – обов’язкова умова активності клітини.

ЦІКАВО ЗНАТИ! Осмос – процес дифузії розчинника з менш концентрованого розчину в більш концентрований через вибірково проникну мембрану (мал. 4). У клітині такою мембраною є плазматична мембрана.



Мал. 4. А. Змістова схема, що ілюструє рух молекул води через напівпроникну мембрану з менш концентрованого розчину в більш концентрований. Б. Клітини крові людини – еритроцити, у розчинах з різною концентрацією солей (синіми стрілками позначено напрямок руху води). 1. У разі рівної концентрації солей в еритроцитах і в зовнішньому середовищі еритроцити зберігають свою звичну форму. 2. Якщо концентрація солей у зовнішньому середовищі нижча, вода надходить в еритроцити, ті набрякають і можуть зруйнуватись. 3. Якщо концентрація солей поза еритроцитами вища, вода виходить з клітин і вони зморщуються. ***Завдання.*** *Поясніть, чому в клітині високий вміст води. Які ще функції може виконувати вода в клітині?*

Вміст **органічних сполук** у клітинах у середньому становить 23,5 %, з них білків 15 %, жирів 4,5 %, вуглеводів 2,5 %, нуклеїнових кислот 1,5 %. *Білки* виконують різноманітні функції: входять до складу всіх клітин, беруть участь у регуляції функцій організму, прискорюють хімічні реакції в клітині, захищають клітини й організм від хвороботворних мікроорганізмів і чужорідних тіл, переносять гази та інші речовини тощо. *Жири* – важливий енергетичний резерв в організмі. Також вони входять до складу мембран та інших частин клітин. *Вуглеводи* є основним джерелом енергії. *Нуклеїнові кислоти* забезпечують збереження і передачу спадкової інформації від батьків нащадкам і беруть участь у синтезі всіх білків організму.

Різноманітність клітин в організмі людини. Ми вже згадували про величезну кількість клітин, які складають організм людини. Ці клітини бувають різної форми: кулястої, дископодібної, призматичної, кубічної, веретеноподібної, зірчастої. Їхні розміри також різні – від 5–7 до 40 мкм (1 мкм – мільйонна частка метра).

ЗАПАМ’ЯТАЙТЕ! Клітина є основною одиницею будови та функціонування організму людини. Головні життєві властивості різних клітин такі самі, як і організму в цілому: обмін речовин і енергії, подразливість, розмноження, ріст і розвиток, саморегуляція та самооновлення (у процесі життєдіяльності клітини оновлюється її хімічний склад).

Різноманітність тканин в організмі людини. Клітини певних типів формують різні типи тканин. Тканини організму людини мають багато спільних рис з тканинами тварин, зокрема ссавців. Ви вже знаєте, що до складу тканин тварин, так само як і людини, входять не тільки клітини, а й міжклітинна речовина – продукт виділення самих клітин.

АКТИВІЗУЙТЕ СВОЇ ЗНАННЯ

Пригадайте: ***тканина*** – це група клітин і міжклітинної речовини, об'єднаних загальною будовою, функціями і походженням.

В організмі людини розрізняють чотири групи тканин: епітеліальні, внутрішнього середовища, м'язові та нервову. Ознайомимося з ними, виконавши лабораторне дослідження.

ЛАБОРАТОРНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ

Ознайомлення з препаратами тканин людини

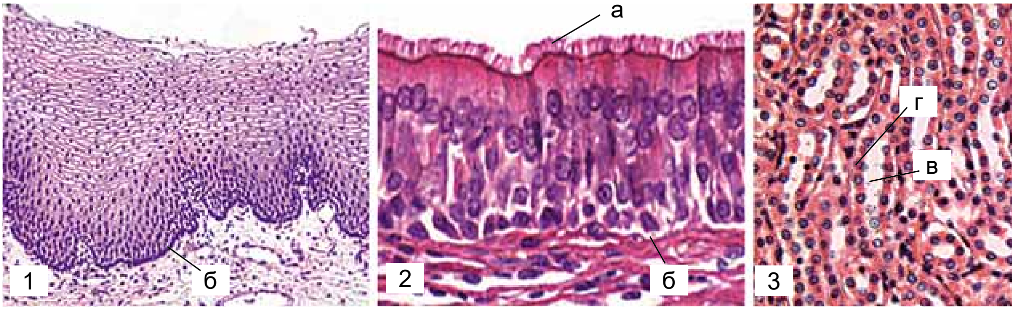
Обладнання, матеріали та об'єкти дослідження: мікроскопи, таблиця мікроскопічної будови тканин, мікропрепарати епітеліальної, м'язової і нервової тканин, а також тканин внутрішнього середовища.

1. Повторіть правила роботи зі світловим мікроскопом та мікропрепаратами.
2. Розгляньте під мікроскопом готові мікропрепарати епітеліальної тканини. Зверніть увагу на особливості її будови: форму клітин, розташування в тканині, наявність міжклітинної речовини, базальної мембрани.

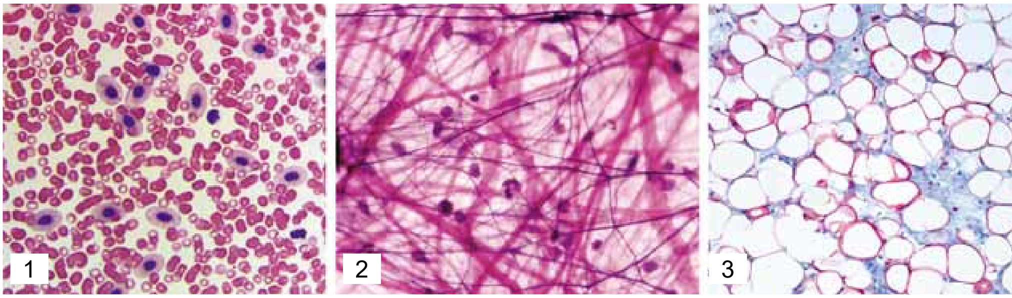
Епітеліальна тканина, або **епітелій,** складається з клітин, що щільно прилягають одна до одної. Характерною особливістю епітеліальної тканини є майже повна відсутність міжклітинної речовини й те, що під клітинами епітелію розташована тоненька *базальна мембрана*, яка їх підтримує. За своїми функціями виділяють покривний і залозистий епітелій.

Покривний епітелій (мал. 5, 1) вкриває зовнішню поверхню тіла, вистилає внутрішню поверхню порожнин тіла (грудну, черевну, ротову, носову), органів травлення, дихальних шляхів (миготливий епітелій (мал. 5, 2)), вивідних проток видільної системи та кровоносних судин. Він захищає тканини, розташовані глибше, а також регулює їхній обмін речовинами із зовнішнім та внутрішнім середовищем (наприклад, газообмін, видалення продуктів обміну, всмоктування поживних речовин у кишечнику та ін.). ***Залозистий епітелій*** (мал. 5, 3) входить до складу залоз і виконує *секреторну функцію*, синтезуючи потрібні організму речовини – *секрети*. Отже, під *секрецією* розуміють процес утворення та виділення клітиною або залозою будь-яких речовин (слиз, гормони, травні ферменти тощо). Епітеліальній тканині властива висока здатність до відновлення (регенерації).

3. Розгляньте мікропрепарати тканин внутрішнього середовища (крові, сполучної тканини), виявіть їхні характерні особливості. Зверніть увагу на розміщення міжклітинної речовини в тканині.



Мал. 5. Різні види епітелію: 1 – покривний багатошаровий; 2 – миготливий: а) війки; б) базальна мембрана; 3 – залозистий: в) протока залози; г) залозисті клітини



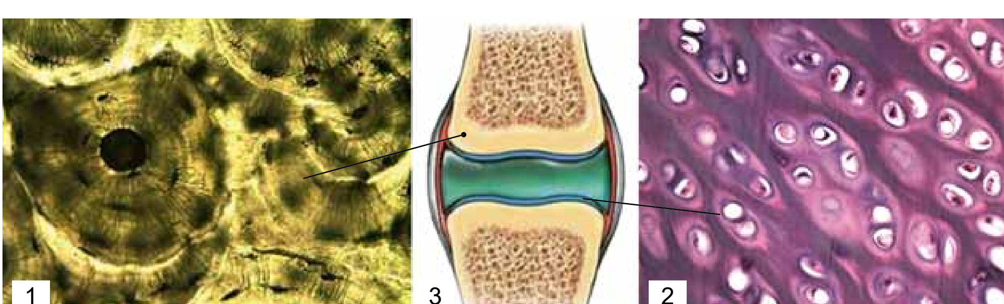
Мал. 6. Тканини внутрішнього середовища: 1 – кров; 2 – волокниста сполучна; 3 – жирова

Тканини внутрішнього середовища виконують різноманітні функції: підтримання сталості внутрішнього середовища, захисну, живильну, транспортну, опорну, запасаючу тощо. Спільним для них є наявність добре розвиненої міжклітинної речовини. До тканин внутрішнього середовища відносять кров, лімфу, сполучні та скелетні тканини.

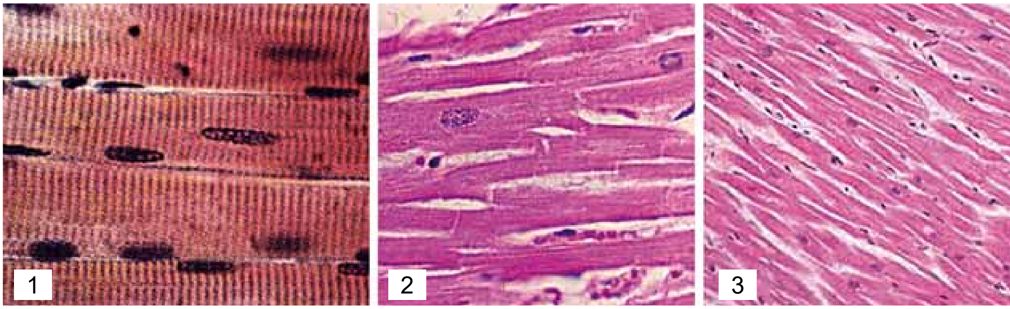
Кров і ***лімфа*** забезпечують транспорт поживних речовин, продуктів обміну речовин, газів, біологічно активних речовин, а також захисні реакції. Для них характерна наявність рідкої міжклітинної речовини – *плазми* та завислих у ній клітин (мал. 6, 1). Детальніше про будову та функції цих тканин ви дізнаєтеся в § 17.

Сполучні тканини формують основу органів, забезпечують їхнє живлення тощо. Їхня міжклітинна речовина має різний склад, однак ніколи не буває рідкою. *Пухка сполучна тканина* присутня в усіх органах. Вона містить невелику кількість безладно розміщених волоконець. *Волокниста сполучна тканина* (мал. 6, 2) містить велику кількість щільно розташованих волоконець (сухожилля, зв’язки та ін.). *Жирова тканина* (мал. 6, 3) розміщена під шкірою та навколо деяких органів, захищаючи їх від механічних пошкоджень. У жировій тканині відкладається жир, що є запасною поживною речовиною.

До ***скелетних тканин*** належать кісткова (мал. 7, 1) та хрящова (мал. 7, 2). Вони складають основу опорно-рухової системи людини. *Кістковій тканині* міцності надають мінеральні солі. Переважно з неї побудований скелет дорослої людини. *Хрящова тканина* має міжклітинну речовину з органічних речовин, що надає їй еластичності. Із цієї тканини в зародка формується зачаток скелета. Згодом хрящова тканина заміщається кістковою і лише між хребцями залишаються хрящові диски. Хрящова тка-



Мал. 7. Скелетні тканини: 1 – кісткова; 2 – хрящова; 3 – кісткова та хрящова тканини у складі суглоба



Мал. 8. М'язова тканина: 1 – посмугована скелетна; 2 – посмугована серцева; 3 – непосмугована (гладенька)

нина також входить до складу вушних раковин, гортані, сухожиль і зв'язок, вкриває суглобові поверхні кісток.

4. Розгляньте мікропрепарати м'язової тканини. Порівняйте будову м'язової, епітеліальної та сполучної тканин.

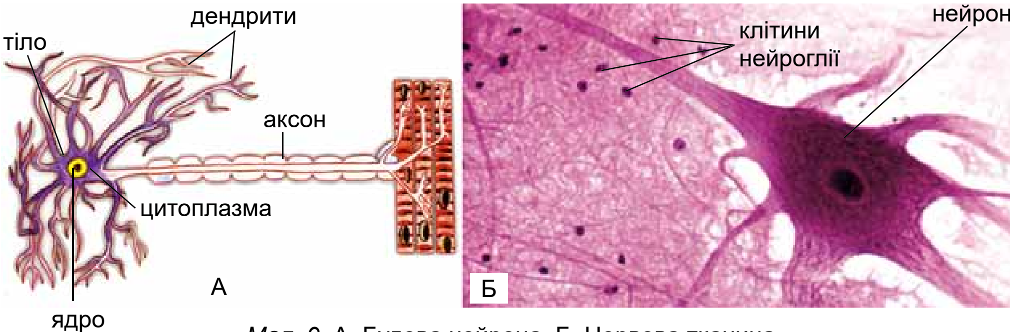
М'язові тканини входять до складу опорно-рухової системи та стінок більшості внутрішніх органів. М'язи є також у шкірі. Вони здатні скорочуватись у відповідь на нервовий імпульс. Це забезпечує рухи тіла та окремих його частин, а також підтримання певної пози, зміну діаметра зіниці тощо. Розрізняють посмуговану (поперечносмугасту) та непосмуговану (гладеньку) м'язові тканини.

Посмуговану м'язову тканину поділяють на скелетну та серцеву. *Скелетна м'язова тканина* (мал. 8, 1) утворює м'язи, що забезпечують рухи та сполучаються з кістками, а також м'язи язика, глотки, гортані, верхньої частини стравоходу, діафрагми. *Серцевий м'яз* (мал. 8, 2) – це особлива посмугована м'язова тканина, що входить до складу стінки серця й забезпечує його скорочення. ***Непосмугована м'язова тканина*** (мал. 8, 3) забезпечує скорочення стінок внутрішніх органів: кишечнику, сечового та жовчного міхура, судин тощо. Докладніше про особливості будови та функцій м'язової тканини ви дізнаєтеся в § 31.

5. Розгляньте мікропрепарат нервової тканини, зазначте її особливості.

Нервова тканина складається з нервових клітин – нейронів – і клітин, що їх оточують, – нейроглії. ***Нейрони*** здатні сприймати подразники (сигнали), переробляти їх у нервові імпульси та проводити їх до інших нейронів або певних органів. Кожен нейрон складається з тіла та відростків (мал. 9, А). У тілі розташоване ядро та органели. Відростки можуть бути двох типів. Довгий, розгалужений на верхівці відросток має назву *аксон*. Його функція – проведення нервового збудження від тіла нервової клітини до інших нейронів або робочих органів. Переважно короткі, деревоподібно розгалужені відростки нейрона називають *дендритами* (від грец. *дендрон* – дерево). По них нервове збудження проводиться до тіла нейрона.

Клітини ***нейроглії*** (мал. 9, Б), на відміну від нейронів, не проводять нервових імпульсів. Вони виконують різноманітні функції: живильну, секреторну, опорну, захисну, відновлювальну тощо. Частина з них утворює ізолюючі оболонки навколо відростків нейронів і забезпечує проведення нервових імпульсів певними, чітко визначеними шляхами.



Мал. 9. А. Будова нейрона. Б. Нервова тканина

ЦІКАВО ЗНАТИ! Кількість клітин нейроглії в 10–50 разів може перевищувати кількість нейронів.

Нервова тканина входить до складу головного і спинного мозку, утворює нервові вузли і нерви. Завдяки таким властивостям, як збудливість і провідність, вона забезпечує регуляцію діяльності різних систем органів, функцій цілісного організму та зв'язок організму із зовнішнім середовищем.

✿ ***Ключові терміни і поняття:*** **лізосоми, нейрон, нейроглія, дендрити, аксон.**

УЗАГАЛЬНИМО ЗНАННЯ

- Організм людини складається з величезної кількості клітин, різних за формою, розмірами і функціями. Основу хімічного складу клітин становлять чотири елементи: Гідроген (H), Оксиген (O), Карбон (C) і Нітроген (N). Із цих елементів переважно утворюються прості й складні органічні сполуки. До складу клітин входять також неорганічні сполуки: вода, мінеральні солі тощо.
- Сукупність клітин, спільних за походженням, подібних за будовою і функціями, називають тканиною. Розрізняють такі групи тканин організму людини: епітеліальні, внутрішнього середовища, м'язові й нервову.

ПЕРЕВІРТЕ ТА ЗАСТОСУЙТЕ ЗДОБУТІ ЗНАННЯ

Дайте відповідь на запитання

1. Які функції лізосом у клітині? 2. Яка роль неорганічних та органічних речовин у клітині? 3. Які функції епітеліальних тканин? 4. Які тканини внутрішнього середовища ви знаєте? Які їхні функції? 5. Які тканини належать до скелетних? Які їхні функції? 6. Які ви знаєте м'язові тканини? 7. У чому полягає особливість нервової тканини? Який її склад?

Виберіть одну правильну відповідь

1. Укажіть тканину, яка є складовою верхнього шару шкіри: а) епітеліальна; б) сполучна; в) м'язова; г) нервова.
2. Виберіть тканину, якій властиві збудливість і провідність: а) епітеліальна; б) сполучна; в) скелетна; г) нервова.
3. Виберіть властивість, притаманну м'язовій тканині: а) збудливість і скоротливість; б) збудливість і здатність утворювати секрети; в) здатність утворювати гормони; г) здатність транспортувати кисень.
4. Укажіть тканини, які переважають у складі опорно-рухової системи: а) м'язові та сполучні; б) кісткова та хрящова; в) епітеліальна та нервова; г) епітеліальна та сполучна.

ОБГОВОРІТЬ У ГРУПАХ. Органи людини зазвичай складаються з різних типів тканин. Назвіть органи, у яких переважає певний тип тканин.

ПОМІРКУЙТЕ. Людина належить до еукаріотів, тобто організмів, клітини яких мають ядра. Разом з тим в організмі людини трапляються деякі види клітин (еритроцити), позбавлені ядер. Чим можна пояснити це явище? Пригадайте клітини рослин, які також позбавлені ядер.

ТВОРЧЕ ЗАВДАННЯ. Порівняйте функції і будову тканин організму людини з функціями і будовою тканин рослин. Виявіть тканини людини і рослин, які виконують подібні функції. Відповідь оформіть у вигляді таблиці.

§3. ОРГАНИ, ФІЗІОЛОГІЧНІ ТА РЕГУЛЯТОРНІ СИСТЕМИ ОРГАНІЗМУ ЛЮДИНИ

Пригадайте, які органи і системи органів є у хребетних тварин різних груп.

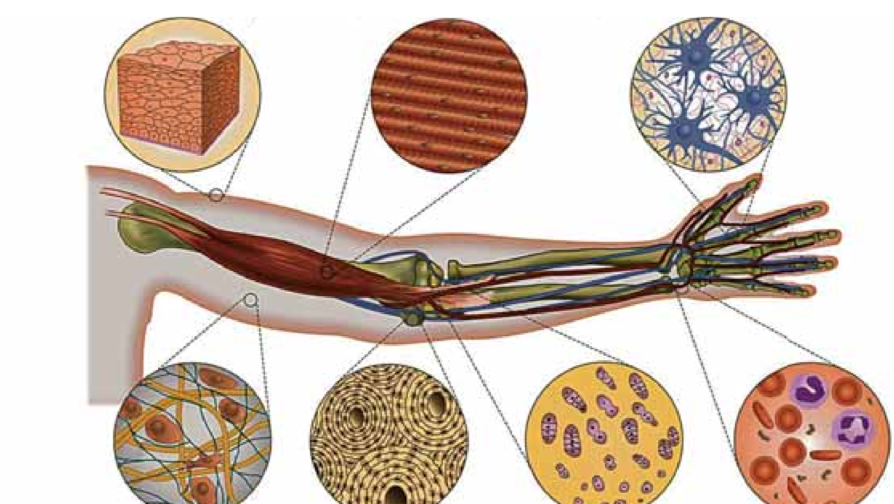
Що таке орган? Ви вже знаєте про величезне різноманіття клітин в організмі людини, які утворюють чотири типи тканин (*пригадайте, які*). Різні тканини, у свою чергу, утворюють різноманітні органи.

АКТИВІЗУЙТЕ СВОЇ ЗНАННЯ

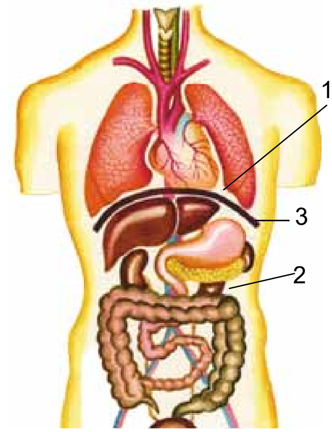
Пригадайте: ***орган*** – це частина тіла, яка має певну форму і будову, займає певне положення, виконує одну або декілька фізіологічних функцій.

До складу певного органа входять різні види тканин (мал. 10). Так, до складу серця входять м'язова, сполучна, епітеліальна тканини. Однак у певному органі зазвичай переважає одна тканина, що визначає його основну функцію. Наприклад, у серці такою тканиною є серцевий м'яз, у мозку – нервова тканина, у залозах – залозистий епітелій.

Органи спеціалізуються на виконанні певних функцій, потрібних для забезпечення життєдіяльності організму. Приміром, серце виконує функ-



Мал. 10. До складу руки входять різні типи тканин. ***Завдання.*** *Користуючись малюнком, назвіть тканини, які входять до складу руки, і поясніть їхнє значення в цьому органі*



Мал. 11. Порожнини тіла людини: 1 – грудна; 2 – черевна; 3 – діафрагма, яка розділяє грудну та черевну порожнини. ***Завдання.*** *Користуючись знаннями з курсу біології 7 класу, спробуйте визначити органи, розташовані в грудній та черевній порожнинах*

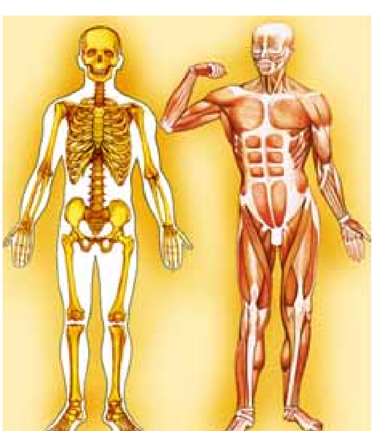
цію насоса, що безперервно перекачує в організмі кров; нирки – функцію виділення з організму кінцевих продуктів обміну речовин; печінка бере участь у процесах травлення, обміну речовин, знешкодженні токсичних сполук тощо.

Органи, що містяться в порожнинах тіла, називають **внутрішніми**. В організмі людини є плоский м'яз – *діафрагма*, що поділяє порожнину тіла на грудну та черевну. Тож частина внутрішніх органів розташована у грудній порожнині, частина – у черевній (мал. 11).

Фізіологічні системи організму людини. Органи, які виконують спільні функції, об'єднуються в **системи органів**. Їх ще називають ***фізіологічними системами***. Зокрема, шкіра та слизові оболонки утворюють ***систему покривів тіла***. Вона захищає організм від шкідливих зовнішніх впливів і забезпечує контакти з навколишнім середовищем.

Опорно-рухову систему складають скелет і м'язи, завдяки яким наше тіло підтримується в певному положенні (мал. 12). Ми також можемо здійснювати різноманітні рухи та пересуватися в просторі (ходити, бігати, стрибати, лазити тощо).

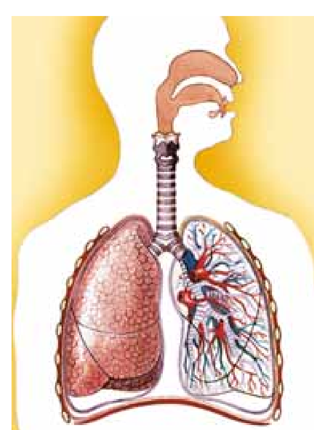
Органи ***травної системи*** забезпечують процеси надходження, механічної та хімічної обробки їжі, всмоктування поживних речовин у кров і лімфу, виведення назовні неперетравлених решток (мал. 13). Важливу функцію газообміну здійснює ***дихальна система*** (мал. 14). Завдяки надходженню кисню в організм окиснюються органічні речовини і вивільняється енергія, потрібна для забезпечення процесів життєдіяльності. Дихальна система також забезпечує виведення з організму вуглекислого газу, що утворився у процесі окиснення органічних речовин. Кінцеві про-



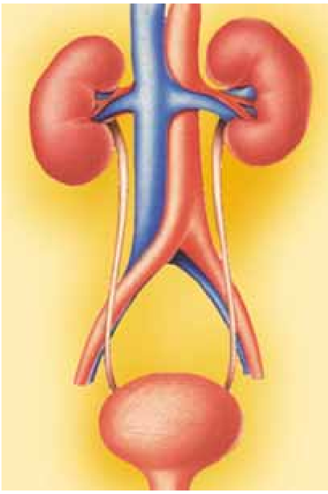
Мал. 12. Опорно-рухова система людини



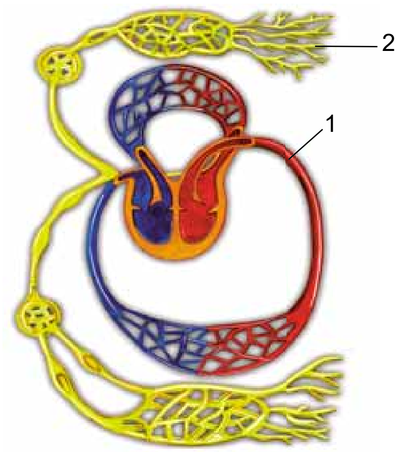
Мал. 13. Травна система людини



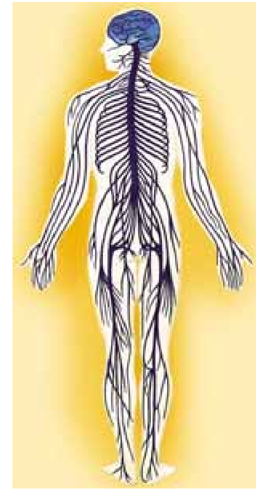
Мал. 14. Дихальна система людини



Мал. 15. Видільна система людини



Мал. 16. Кровоносна (1) і лімфатична (2) системи людини



Мал. 17. Нервова система людини

дукти обміну речовин, непотрібні або шкідливі для організму, видаляють органи ***видільної системи*** (мал. 15).

Серцево-судинна (кровоносна) і ***лімфатична системи*** (мал. 16) транспортують по організму поживні речовини, продукти обміну, кисень і вуглекислий газ, біологічно активні сполуки, а також беруть участь у захисних реакціях організму. ***Нервова система*** сприймає впливи зовнішнього і зміни внутрішнього середовища, аналізує цю інформацію і відповідно змінює діяльність органів або систем органів (мал. 17). Ці зміни спрямовано на забезпечення нормальної діяльності організму, його функціональної єдності. Розрізняють центральну і периферичну нервову систему.

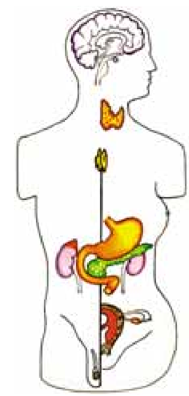
Сенсорні системи сприймають, аналізують і переробляють інформацію про зміни навколишнього середовища та внутрішнього стану організму й забезпечують зв'язок організму із зовнішнім середовищем. Розрізняють такі основні сенсорні системи: *зорову, слухову, смакову, нюхову, дотикову, рівноваги* (мал. 18).

ЦІКАВО ЗНАТИ! Вагомий внесок у розвиток досліджень нервової системи зробили видатні українські фізіологи. Так, В.О. Бец відкрив велетенські пірамідальні нейрони в корі півкуль головного мозку; В.В. Правдич-Неминський перший у світі зареєстрував електричну активність головного мозку; П.Г. Костюк з'ясував роль Кальцію в активності нейронів.



Мал. 18. Органи чуття – складові сенсорних систем: 1 – око (зорової); 2 – вухо (слухової); 3 – язик (смакової); 4 – ніс (нюхової); 5 – шкіра (шкірна чутливість)

Ендокринна система (мал. 19) складається із залоз, кожна з яких виробляє і виділяє в кров особливі біологічно активні речовини – *гормони*. Ці речовини беруть участь у регуляції усіх функцій організму, у координації діяльності окремих органів і організму в цілому.

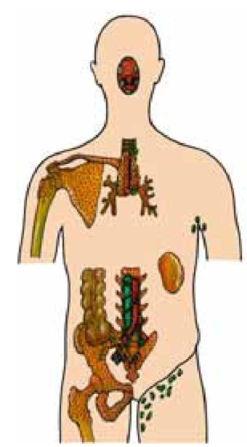


Мал. 19. Ендокринна система людини

Імунна система (мал. 20) постійно реагує на надходження чужорідних для організму хімічних речовин і живих організмів, серед яких є й хвороботворні. Потрапляння їх в організм запускає захисні реакції, у результаті яких чужорідні організми чи речовини розпізнаються та знешкоджуються специфічними білками або певними клітинами.

Статева система слугує для розмноження людини.

Регуляторні системи організму людини. В організмі людини діяльність окремих органів і фізіологічних систем і процесів постійно регулюється. Зокрема, за потреби їхня діяльність посилюється або послаблюється; узгоджується дія органів з різних фізіологічних систем. Це забезпечують ***регуляторні системи,*** насамперед – нервова та ендокринна. Діяльність регуляторних систем спрямована на підтримання необхідної умови функціонування будь-якого організму – гомеостазу.



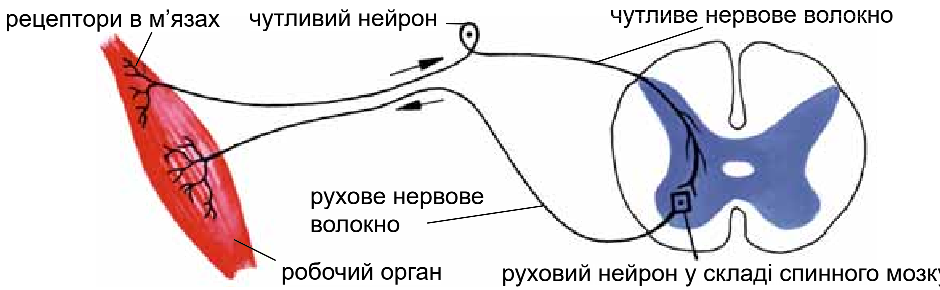
Мал. 20. Імунна система людини

ЗАПАМ'ЯТАЙТЕ! **Регуляція** – здатність живих істот підтримувати перебіг певних фізіологічних процесів і діяльності цілісного організму залежно від умов зовнішнього та внутрішнього середовища. **Гомеостаз –** відносна сталість складу та властивостей внутрішнього середовища організму. Оскільки сталість внутрішнього середовища може порушуватися, певні динамічні процеси безперервно відновлюють гомеостаз.

Регуляція функцій організму за допомогою біологічно активних речовин (гормонів та ін.) дістала назву **гуморальної.** До всіх частин організму ці біологічно активні речовини переносять рідини внутрішнього середовища (кров, лімфа, тканинна рідина). Регуляцію функцій організму за допомогою нервової системи називають **нервовою.** Діяльність нервової системи базується на рефлекторному принципі.

Ви пам'ятаєте, що ***рефлексом*** називають реакцію організму у відповідь на подразнення, що відбувається за участі нервової системи і під її контролем.

Сукупність структур нервової системи, які беруть участь у здійсненні рефлексу, називають **рефлекторною дугою.** До її складу входять: рецептор, який сприймає подразнення; чутливе нервове волокно, по якому збудження передається до центральної частини нервової системи; нервовий центр, де відбувається аналіз отриманої інформації; рухове нервове волокно, по якому нервові імпульси надходять до відповідних робочих органів, що виконують відповідну функцію.



Мал. 21. Приклад двонейронної рефлекторної дуги

Найпростіша (двонейронна) рефлекторна дуга складається з двох нейронів – чутливого і рухового (мал. 21). Завдяки відросткам нейронів рефлекторні дуги мають різноманітні зв'язки з різними відділами нервової системи.

ЗАПАМ'ЯТАЙТЕ! Рефлекторна дуга – це шлях, який проходять нервові імпульси під час здійснення рефлексу.

Нервова регуляція, на відміну від гуморальної, відбувається швидко (за частки секунди), короткочасно й точно адресована певному органу. Нервова система тісно взаємодіє з ендокринною і складає з нею єдину функціональну систему нейрогуморальної регуляції функцій.

ЗАПАМ'ЯТАЙТЕ! **Нейрогуморальна регуляція** – одна з форм регуляції в організмі людини і тварин, за якої нервові імпульси та біологічно активні речовини (як-от гормони), що переносяться кров'ю та лімфою, беруть спільну участь у єдиному регуляторному процесі.

За сучасними уявленнями, у регуляції функцій організму важливу роль відіграє й імунна система. Вона забезпечує захист організму, а окремі її органи виділяють біологічно активні речовини, що сприяють розвитку нервової системи та утворенню клітин крові, регулюють діяльність залоз внутрішньої секреції тощо.

Що таке функціональна система? Для забезпечення певної життєвої функції органи різних систем можуть тимчасово об'єднуватись, утворюючи функціональну систему. Наприклад, під час бігу водночас працюють опорно-рухова, кровоносна, дихальна та нервова системи, які на цей час діють як одне ціле. Надходження кисню до клітин і виведення з них вуглекислого газу здійснюється завдяки спільній роботі систем дихання, кровообігу та механізмам їхньої регуляції (мал. 22).

ЗАПАМ'ЯТАЙТЕ! **Функціональна система** – це тимчасове взаємоузгоджене об'єднання діяльності різних органів або фізіологічних систем, спрямоване на досягнення корисного для організму результату.

✿ ***Ключові терміни і поняття:*** **фізіологічна система, нервова та гуморальна регуляція, рефлекс, рефлекторна дуга, функціональна система.**

УЗАГАЛЬНИМО ЗНАННЯ

- Фізіологічні системи – це органи, поєднані між собою функціонально, а часто – й просторово, які забезпечують певні функції організму. Різні фізіологічні системи, тимчасово об'єднуючись, утворюють функціональні системи, що забезпечують складні процеси життєдіяльності.



Мал. 22. Функціональна система. ***Завдання.*** *Перелічіть зображені на малюнку фізіологічні системи або окремі органи, які беруть участь у виконанні складних хореографічних вправ. Як вони взаємопов'язані між собою?*

- Регуляцію діяльності організму забезпечують регуляторні системи: ендокринна, нервова й імунна.
- Основу нервової регуляції становлять рефлекси. Подразнення, що сприймаються рецепторами та перетворюються ними в нервовий імпульс, далі поширюється по структурах рефлекторної дуги до відповідного органа, який і виконує відповідну функцію.

ПЕРЕВІРТЕ ТА ЗАСТОСУЙТЕ ЗДОБУТІ ЗНАННЯ

Дайте відповідь на запитання

1. Які органи належать до внутрішніх? 2. Що таке фізіологічні системи? 3. Які фізіологічні системи людини ви знаєте? Які їхні функції? 4. Які є регуляторні системи організму? 5. Чим відрізняються між собою гуморальна й нервова регуляція? 6. Що таке функціональні системи? Наведіть приклади.

Виберіть одну правильну відповідь

1. Укажіть основну функцію, яку виконує опорно-рухова система: а) опорна; б) секреторна; в) транспортна; г) гуморальна.
2. Укажіть основну функцію, яку виконує кровоносна система: а) транспортна; б) секреторна; в) рефлекторна; г) видільна.

Утворіть логічні пари

Установіть відповідність між фізіологічними системами та їхніми функціями.

А дихальна	**1** гуморальна регуляція
Б травна	**2** газообмін
В кровоносна	**3** живлення організму
Г видільна	**4** забезпечення органів поживними речовинами і киснем
	5 виведення з організму продуктів обміну

ОБГОВОРІТЬ У ГРУПАХ. Порівняйте фізіологічні системи людини і тварин різних груп.

ПОМІРКУЙТЕ. Що є спільного та відмінного між фізіологічною і функціональною системами?

§4. ЗНАЧЕННЯ ЗНАНЬ ПРО ЛЮДИНУ ДЛЯ ЗБЕРЕЖЕННЯ ЇЇ ЗДОРОВ'Я

Пригадайте *з курсу основ здоров'я*, що таке здоровий спосіб життя і яке його значення для людини. Які чинники негативно впливають на здоров'я людини? Що таке гомеостаз та адаптація?

Науки, які вивчають організм людини. Організм людини як особливу біологічну систему вивчають різні науки, насамперед біологічні. Головними серед них є:

- *анатомія людини* – вивчає форму і будову окремих органів, їхніх систем і всього організму;
- *фізіологія людини* – наука про функції окремих органів та їхніх систем, процеси життєдіяльності організму в цілому;
- *генетика людини* вивчає закономірності спадковості й мінливості людини;
- *біологія індивідуального розвитку* вивчає закономірності як зародкового, так і післязародкового розвитку людини;
- *екологія людини* вивчає зв'язки людини з навколишнім середовищем, її пристосування до змін умов довкілля, вплив людської діяльності на інші організми та нашу планету в цілому.

Біологічні знання про діяльність людського організму є основою для медицини та гігієни. ***Медицина*** – наука про здоров'я людини, причини її захворювань, методи діагностики та лікування захворювань і заходи їх профілактики. ***Гігієна*** вивчає вплив різних факторів навколишнього середовища, у тому числі соціальних (умов праці, побуту, рівня культури тощо), на здоров'я людини, її працездатність, тривалість життя.

АКТИВІЗУЙТЕ СВОЇ ЗНАННЯ

Пригадайте: ***здоров'я*** – це стан фізичного, психічного та соціального благополуччя, високої працездатності та соціальної активності людини.

Фізичне благополуччя забезпечується нормальним функціонуванням органів, їхніх систем та організму в цілому. Здоровій людині властива активна участь у суспільному житті, що супроводжується високою працездатністю та відчуттям задоволення своїм життям.

Загальними показниками здорового організму людини є його здатність пристосовуватися (адаптовуватися) до впливів різноманітних чинників навколишнього середовища (тепло, холод, вологість тощо) та можливість забезпечувати високу фізичну й розумову працездатність без перенапруження та порушення діяльності основних фізіологічних систем організму.

Якщо рівновага між організмом та дією чинників довкілля порушується, то він стає неспроможним повною мірою підтримувати гомеостаз. Так, нестача чи відсутність Йоду в їжі чи воді може стати причиною захворювань щитоподібної залози. Паразитичні організми, потрапивши в організм людини, живляться за його рахунок, порушуючи обмін речовин хазяїна тощо.

Здоров'я людини визначають також її соціальне оточення, умови праці та відпочинку, рівень добробуту та ін. Забруднення довкілля відходами

господарчої діяльності згубно впливає на здоров'я самої людини, наслідком чого може бути виникнення різних захворювань.

Що таке хвороба? Поняттям ***хвороба*** визначають порушення структурно-функціональних властивостей клітин, тканин, органів, систем органів, наслідком чого є зниження пристосувальних можливостей та працездатності людини.

Хвороб надзвичайно багато, так само як і причин, що до них призводять. Це насамперед шкідливі звички, неправильне харчування, недостатня фізична активність, недотримання санітарно-гігієнічних вимог, забруднення навколишнього середовища, паразити тощо. Збудників інфекційних та інвазійних захворювань можуть поширювати переносники, наприклад кровосисні комахи чи кліщі (*пригадайте, які організми поширюють збудників малярії, кліщового енцефаліту, чуми тощо*).

ЗАПАМ'ЯТАЙТЕ! **Інфекційними** називають захворювання, збудниками яких є віруси, бактерії та гриби, а **інвазійними** – ті, які спричинюють паразитичні тварини, наприклад гельмінти (*пригадайте, яких тварин відносять до гельмінтів*).

Усі заходи з охорони здоров'я людини можна поділити на лікувальні та профілактичні. Лікування включає *діагностику*, тобто визначення причини захворювання, саме *лікування* та *реабілітацію* – відновлювальне лікування під час одужання. Важливою складовою лікувальних заходів є *профілактика* захворювань. Це сукупність заходів, спрямованих на попередження виникнення і поширення захворювань, зміцнення здоров'я.

Які є методи діагностики стану органів або організму людини? Висновок про загальний стан здоров'я людини можна зробити лише на підставі низки досліджень: медичних, біохімічних, фізичних, анатомічних, генетичних тощо. Отримані в результаті проведених досліджень показники певної людини порівнюють із середніми значеннями цих показників у здорових людей відповідного віку та статі.

Біохімічні методи застосовують для визначення різних показників хімічного складу нашого організму: складу крові, травних соків тощо (мал. 23). Наприклад, людям, хворим на цукровий діабет, потрібно постійно контролювати рівень глюкози в крові. Для цього існують спеціальні прилади – глюкометри (мал. 24). Тривалий високий рівень глюкози в крові є приводом для негайного звернення до лікарів.



Мал. 23. Сучасна біохімічна лабораторія



Мал. 24. Глюкометр: прилад для вимірювання вмісту глюкози в крові



Мал. 25. Тонометр: прилад для вимірювання артеріального тиску



Мал. 26. Електрокардіограф та отримані за його допомогою показники діяльності серця (електрокардіограма)

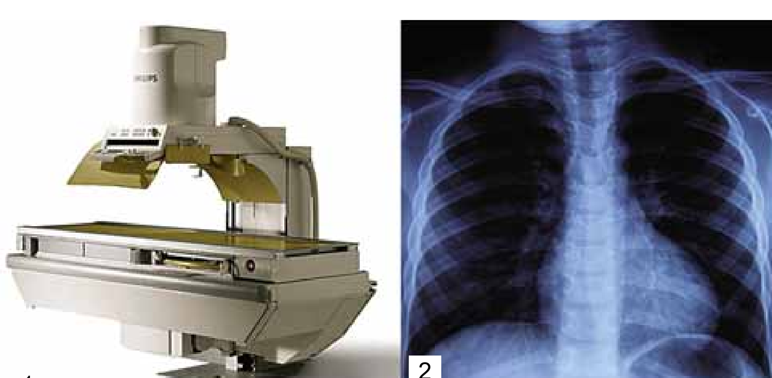
Фізичні методи використовують для дослідження будови та стану організму людини в цілому та окремих його органів. Прикладами таких методів можуть слугувати: вимірювання артеріального тиску, дослідження роботи серця (електрокардіографія), мозку (електроенцефалографія), рентгенографія, ультразвукова діагностика (УЗД), магнітно-резонансна томографія (МРТ).

Артеріальний тиск вимірюють за допомогою спеціальних приладів – тонометрів (мал. 25). Постійний підвищений артеріальний тиск свідчить про розвиток небезпечної хвороби гіпертонії. Негативно на стан здоров'я людини впливає і постійний низький артеріальний тиск – гіпотонія. Люди з високим або низьким артеріальним тиском мають перебувати під наглядом лікарів.

Стан серця та його діяльність вивчають, досліджуючи електричні процеси в ньому. Для цього застосовують електрокардіографи (мал. 26).

Метод рентгенографії полягає в дослідженні внутрішньої структури організму за допомогою рентгенівських променів. Ці промені здатні проникати крізь матеріали, які не пропускають світла (мал. 27). Рентгенографію слід використовувати обережно, тільки за рекомендаціями кваліфікованого лікаря. Рентгенівські промені використовують, зокрема, для *флюорографії*: отримання знімка на рентгенівській плівці.

ЦІКАВО ЗНАТИ! Назва *рентгенівські промені* походить від прізвища німецького фізика Вільгельма Конрада Рентгена, якому тривалий час приписували їхнє відкриття.



Мал. 27. Сучасний рентгенівський апарат (1) і рентгенівський знімок (2)

Сам В. Рентген назвав ці промені, тоді невідомої природи, Х-променями. Ця назва збереглася і донині в англомовній та франкомовній науковій літературі. Але виявилося, що вперше їх відкрив український фізик Іван Пулюй ще 1895 р. за допомогою «лампи Пулюя». Його доробком пізніше скористався В. Рентген, якому особисто І. Пулюй презентував свої праці. В. Рентген, на відміну від І. Пулюя, широко опублікував результати своїх досліджень й отримав 1901 р. Нобелівську премію.



Мал. 28. Апарат УЗД

Ультразвукова діагностика (*ультразвукове дослідження, УЗД*) – обстеження внутрішніх органів людини і тих процесів, які в них перебігають, за допомогою ультразвукових хвиль (мал. 28).

Магнітно-резонансна томографія (*МРТ*) – це метод дослідження внутрішніх органів і тканин з використанням фізичного явища ядерного магнітного резонансу. Його суть полягає у властивості ядер певних хімічних елементів (для магнітно-резонансної томографії таким елементом є Гідроген) у зовнішньому сталому магнітному полі поглинати і випромінювати енергію. МРТ широко застосовують у медичній діагностиці та для контролю під час лікування хворого (мал. 29).

ЦІКАВО ЗНАТИ! Роком «народження» МРТ вважають 1973 р. Апарат винайшов американський учений, професор хімії Пол Лотербур, а вдосконалив Пітер Менсфілд. У 2003 р. обидва вчені отримали Нобелівську премію в галузі медицини.

Ще одним напрямком діагностики стану організму людини є *дослідження структури клітин та клітинного складу різних тканин*, приміром крові та лімфи. Так, зміни нормального співвідношення різних типів клітин крові можуть свідчити про розвиток певного захворювання, наприклад зменшення кількості еритроцитів – про розвиток недокрів'я (анемії).

Одним з показників нормального розвитку дитини є її зріст, маса тіла, обсяг грудної клітки тощо. Їх вимірюють за допомогою ***антропометричних методів*** (пригадайте, як у дитинстві ви робили позначки, відстежуючи свій зріст). Усі ці та інші методи дають змогу об'єктивно оцінити відхилення функціонального стану організму та вибрати відповідні засоби для його відновлення.



Мал. 29. Апарат МРТ

Як зберегти здоров'я? Кожна людина повинна пам'ятати, що здоров'я легше зберегти, ніж відновити після захворювань. Тому дбати про здоров'я треба з дитинства. Потрібно вести здоровий спосіб життя, опановувати основи медичних і біологічних знань.

Щоб бути здоровим, треба постійно стежити за чистотою свого тіла та одягу, регулярно споживати повноцінну їжу, чергувати періоди праці та відпочинку, уникати надмірних фізичних та розумових навантажень, впливу шкідливих чинників довкілля (наприклад, дії іонізуючого випромінювання, потрапляння в організм отрутохімікатів).

Особливо руйнівний вплив на здоров'я людини справляють шкідливі звички: тютюнокуріння, зловживання алкоголем, наркоманія, токсикоманія та ін. Небезпека полягає насамперед у тому, що позбавитися цих звичок дуже важко, а в разі розвитку алкоголізму та наркоманії – майже неможливо.

ЗАПАМ'ЯТАЙТЕ! Здоровий організм здатний витримувати значні навантаження та дію несприятливих чинників довкілля.

Сподіваємось, що отримані вами знання допоможуть краще розуміти свій організм та навчитися зберігати здоров'я та ефективно його відновлювати після захворювань.

✿ *Ключові терміни і поняття:* **тонометр, глюкометр, кардіограф.**

УЗАГАЛЬНИМО ЗНАННЯ

- Здоров'я – це стан повного фізичного, психічного й соціального благополуччя людини, що забезпечує високу працездатність та соціальну активність людини. Організм людини пристосовується до зміни інтенсивності дії екологічних факторів, завдяки чому між ним і навколишнім середовищем установлюється динамічна рівновага: на зміну дії певного екологічного фактору організм відповідає змінами процесів життєдіяльності. Порушення цієї рівноваги призводить до розвитку хвороби.
- Лікування включає комплекс заходів: діагностику захворювання, саме лікування та період відновлення після одужання. Важливою складовою лікувальних заходів є профілактика, тобто комплекс заходів, спрямованих на попередження виникнення і поширення захворювань, зміцнення здоров'я.
- Стежити за станом організму людини з метою своєчасного виявлення і лікування захворювань допомагають різні методи діагностики, зокрема біохімічні, рентгенографія, ультразвукова діагностика, магнітно-резонансна томографія тощо.

ПЕРЕВІРТЕ ТА ЗАСТОСУЙТЕ ЗДОБУТІ ЗНАННЯ

Дайте відповідь на запитання

1. Які науки вивчають організм людини? 2. Розкрийте суть поняття «здоров'я людини». 3. Як чинники довкілля впливають на стан здоров'я людини? 4. Які можливі причини порушення здоров'я людини? 5. Які умови збереження та поліпшення здоров'я? Поясніть, як можна зміцнювати своє здоров'я.

Виберіть одну правильну відповідь

1. Виберіть чинники, які сприяють здоров'ю: а) раціональне харчування; б) тривале перебування біля телевізора; в) постійне психічне перенапруження; г) куріння.
2. Доповніть арабське прислів'я: «Руйнувати здоров'я – це означає...»: а) посилювати свою працездатність; б) обкрадати себе; в) зберігати молодість; г) збільшувати тривалість життя.

Утворіть логічні пари

Установіть відповідність між функціями організму та апаратами їх вимірювання.

А робота серця	**1** тонометр
Б рівень артеріального тиску	**2** глюкометр
В рівень глюкози в крові	**3** електрокардіограф
Г знімки внутрішніх органів	**4** рентгенівський апарат
	5 електроенцефалограф

ОБГОВОРІТЬ У ГРУПАХ різні біохімічні, фізичні, антропометричні методи дослідження стану здоров'я.

ПОМІРКУЙТЕ. Чому загартована людина легше переносить несприятливий вплив чинників довкілля?

ТВОРЧЕ ЗАВДАННЯ. Складіть схему «Взаємозв'язок наук про людину».

САМОКОНТРОЛЬ ЗНАНЬ З ТЕМИ

Виберіть одну правильну відповідь

1. Укажіть ряд хімічних елементів, які складають основу структури різних органічних сполук: а) O, C, N, F; б) C, O, N, Mg; в) C, H, O, N; г) N, C, Fe, Ca.

2. Узагальніть в одну групу терміни: *серцевий м'яз*, *скелетні м'язи*: а) клітина; б) тканина; в) орган; г) органела.

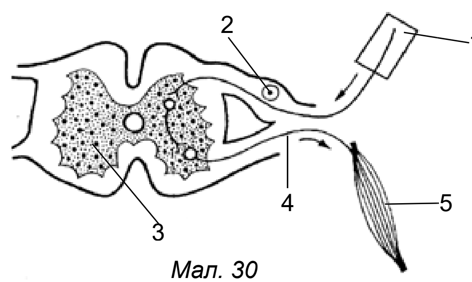
3. Позначте науку, що вивчає функції внутрішніх органів та організму в цілому: а) гістологія; б) фізіологія; в) анатомія; г) цитологія.

4. Укажіть науку, що вивчає будову внутрішніх органів та організму вцілому: а) ембріологія; б) гістологія; в) цитологія; г) анатомія.

Утворіть логічні пари

5. Установіть відповідність між назвами і складовими рефлекторної дуги (цифри на малюнку 30).

А робочий орган
Б чутливий нейрон
В рецептор
Г руховий нейрон



Мал. 30

6. Установіть відповідність між органами або їхніми складовими і тканинами, які переважають у цих органах.

А підшлункова залоза
Б головний мозок
В епідерміс шкіри
Г серце

1 нервова тканина
2 багатошаровий плоский епітелій
3 скелетний м'яз
4 залозистий епітелій
5 тканина внутрішнього середовища

7. ***Установіть послідовність*** рівнів структурної організації від найменш складного до більш складного: а) тканина; б) клітина; в) орган; г) організм.

Завдання з відкритою відповіддю

8. Доведіть, що організм людини – відкрита, цілісна, саморегульована біологічна система.

9. Чим регуляторні системи різняться між собою?



Тема 1

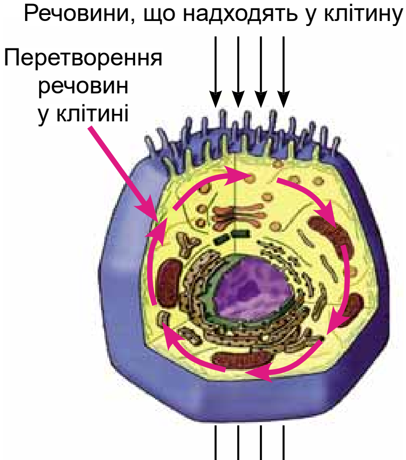
ОБМІН РЕЧОВИН ТА ПЕРЕТВОРЕННЯ ЕНЕРГІЇ В ОРГАНІЗМІ ЛЮДИНИ

У чому полягає роль обміну речовин і перетворення енергії як основної властивості живого?
Яке значення компонентів продуктів харчування?
Як змінюються харчові та енергетичні потреби організму людини залежно від виду її діяльності?

§5. ОБМІН РЕЧОВИН ТА ПЕРЕТВОРЕННЯ ЕНЕРГІЇ В ОРГАНІЗМІ ЛЮДИНИ – ОСНОВА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЙОГО НОРМАЛЬНОГО ФУНКЦІОНУВАННЯ

Пригадайте, які організми належать до гетеротрофів. Які вуглеводи запасаються в клітинах грибів, рослин і тварин? Що таке гомеостаз?

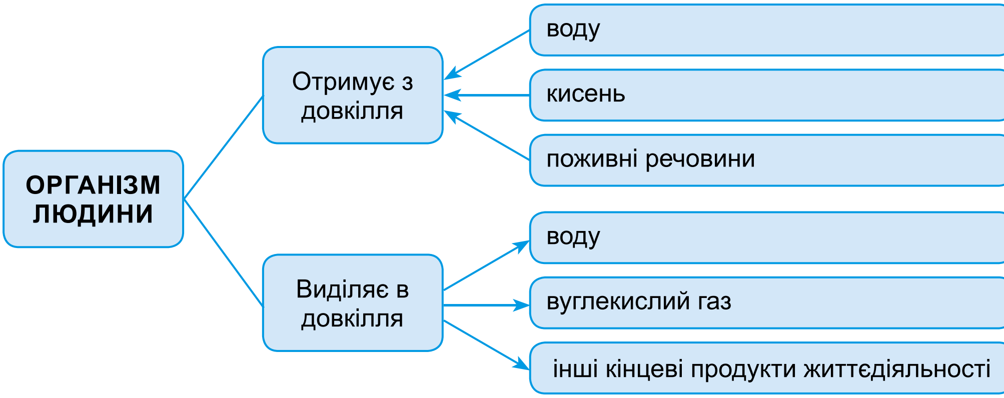
Огляд будови та процесів життєдіяльності людини ми починаємо з обміну речовин і перетворення енергії, оскільки ці процеси забезпечують основу існування нашого організму.



Мал. 31. Схема, що ілюструє клітину як відкриту систему

Що таке обмін речовин? Організм людини, як й інші біологічні системи, є відкритою системою (мал. 31). Ви знаєте, що обмін речовин є однією з головних властивостей живого. Тому неодмінною умовою існування нашого організму є надходження ззовні поживних речовин, що містять у собі енергію (*пригадайте*: *організм рослин здатний вловлювати й використовувати енергію світла*). Отримані ззовні речовини та енергія зазнають значних перетворень у нашому організмі. Поживні речовини засвоюються й енергія, що в них накопичена, використовується. Продукти обміну виводяться назовні (мал. 32).

Обмін речовин ще називають ***метаболізмом***. Це основа функціонування будь-якого живого організму. У процесах обміну



Мал. 32. Схема обміну речовин в організмі людини. ***Завдання.*** *Поясніть, які речовини людина отримує з навколишнього середовища безпосередньо, а які – з продуктами харчування; які речовини організм людини виділяє в навколишнє середовище*

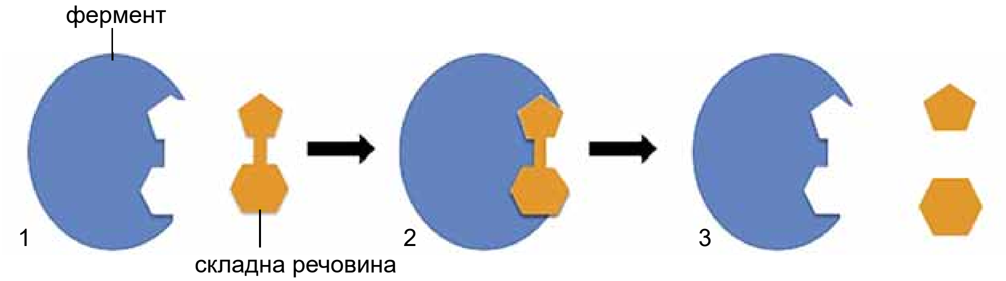
речовин нашого організму беруть участь різні типи сполук – як органічні (білки, жири, вуглеводи тощо), так і неорганічні (неорганічні кислоти, солі, кисень, вуглекислий газ, вода та ін.). Процеси метаболізму забезпечують ріст і розвиток нашого організму, дають змогу реагувати на подразники зовнішнього та внутрішнього середовища. Завдяки обміну речовин структури організму постійно оновлюються, підтримується сталість його внутрішнього середовища – гомеостаз.

ЗАПАМ'ЯТАЙТЕ! **Обмін речовин,** або **метаболізм,** – складний ланцюг перетворень різноманітних сполук в організмі, починаючи з моменту потрапляння їх із зовнішнього середовища й закінчуючи видаленням продуктів розщеплення (мал. 32).

Основу обміну речовин становлять комплекси взаємопов'язаних біохімічних реакцій, які підтримують існування живого організму. Будь-яка біохімічна реакція не може здійснюватись без участі ферментів.

Що таке ферменти? **Ферменти,** або **ензими,** – це біологічно активні речовини, здебільшого білкової природи, здатні впливати на швидкість перебігу реакції. Уявіть собі: біохімічні реакції за участі ферментів відбуваються у 10^6–10^{12} разів швидше, ніж за їхньої відсутності. За кілька секунд чи навіть частки секунди в організмі відбувається складна послідовність реакцій, кожна з яких потребує участі свого специфічного ферменту. Одні з них прискорюють розщеплення складних органічних сполук на простіші, інші – забезпечують утворення власних речовин організму. Ланцюги взаємопов'язаних ферментативних реакцій загалом забезпечують обмін речовин і перетворення енергії в окремих клітинах і організмі в цілому.

Однією з головних особливостей ферментів є те, що їхня просторова структура відповідає просторовій структурі речовин, які вступають у реакцію, подібно до того, як відповідають ключ і замок (мал. 33). Тому ферментам притаманна специфічність: певний фермент може забезпечувати один або декілька типів подібних реакцій.



Мал. 33. Механізм дії ферментів: 1 – зближення ферменту й складної речовини; 2 – взаємодія ферменту та речовини; 3 – складна речовина розклалася на простіші

Яке значення для організму мають поживні речовини? Процеси обміну речовин складаються з реакцій двох типів: розщеплення складних органічних сполук до простіших – ***процеси дисиміляції,*** й одночасного утворення складніших сполук з простих – ***процеси асиміляції.*** Зазвичай ці два процеси в організмі людини збалансовані. Але в організмі, що росте й розвивається, процеси асиміляції повинні переважати над процесами дисиміляції (*поміркуйте чому*).

Під час перебігу реакцій дисиміляції звільняється необхідна організму енергія. Реакції асиміляції натомість відбуваються з витратами енергії. Тому запаси енергії в організмі мають постійно відновлюватись.

Організм людини має здатність запасати певні речовини і відповідно й накопичену в них енергію. Певна кількість жирів запасається в підшкірній жировій клітковині, сальнику тощо, а вуглеводів (у вигляді глікогену) – насамперед у клітинах печінки та м'язів. За потреби ця енергія може бути використана організмом.

Необхідна організмові енергія вивільняється внаслідок окиснення чи безкисневого розщеплення органічних сполук (білків, жирів, вуглеводів). Так, під час розщеплення 1 г білків і вуглеводів виділяється понад 17,2 кДж енергії, а 1 г жирів – 38,9 кДж (*див. таблицю 1*).

Таблиця 1

Функціональне значення для організму білків, жирів і вуглеводів

Поживні речовини	Енергетична функція в організмі людини	Інші функції органічних речовин в організмі людини	Джерело речовин (продукти харчування)
Білки	Під час окиснення 1 г білка вивільняється 17,2 кДж, або 72 ккал енергії	Будівельна (клітини та тканини тіла людини), регуляторна (гормони), транспортна (гемоглобін), захисна (антитіла, інтерферон)	Рослинні: бобові рослини (квасоля, боби, горох, соя). Тваринні: яйця, ікра, молоко, м'ясо, риба
Вуглеводи	Під час окиснення 1 г вуглеводів вивільняється 17,6 кДж, або 72 ккал енергії	Запасаюча (глікоген), будівельна (входить до складу глікокаліксу)	Рослинні: зернові (хлібо-макаронні вироби), рис, картопля, овочі, фрукти

Продовження таблиці 1

Поживні речовини	Енергетична функція в організмі людини	Інші функції органічних речовин в організмі людини	Джерело речовин (продукти харчування)
Жири	Під час окиснення 1 г жиру вивільняється 38,9 кДж, або 164 ккал енергії	Запасаюча (жирові депо), теплоізоляційна, захисна (захищають шкіру від висихання і набрякання), будівельна (входять до складу клітинних мембран)	Рослинні: олії (соняшникова, оливкова, кукурудзяна тощо). Тваринні: масло, сало

У результаті біохімічних перетворень білки і вуглеводи можуть перетворитися на жири, а жири – на вуглеводи. Проте вуглеводи і жири ніколи не перетворюються на білки.

Здоров'я людини. Для повноцінної життєдіяльності організму людини потрібно енергії приблизно 10 500 кДж на добу.

Обмін речовин і перетворення енергії в організмі людини регулюють нервова та ендокринна (за допомогою біологічно активних речовин, насамперед гормонів) системи. Докладніше про регуляцію обміну речовин ви дізнаєтеся згодом.

✿ *Ключові терміни і поняття:* **метаболізм, дисиміляція, асиміляція, ферменти.**

УЗАГАЛЬНИМО ЗНАННЯ

● Однією з умов життєдіяльності організму людини є обмін речовин і перетворення енергії – метаболізм. Він складається з двох взаємозв'язаних процесів: дисиміляції (розщеплення складніших органічних речовин на простіші з вивільненням енергії) та асиміляції (утворення органічних речовин, необхідних для організму з витратами енергії).

● Ферменти – біологічно активні речовини, здатні впливати на швидкість перебігу біохімічних реакцій.

ПЕРЕВІРТЕ ТА ЗАСТОСУЙТЕ ЗДОБУТІ ЗНАННЯ

Дайте відповідь на запитання

1. Що таке обмін речовин? 2. З яких процесів складається обмін речовин? 3. Для чого потрібні запаси енергії в організмі людини? 4. Що таке ферменти? Яка їхня роль в обміні речовин? 5. Що собою становлять процеси дисиміляції? 6. Яка роль процесів асиміляції в забезпеченні метаболізму?

Виберіть одну правильну відповідь

1. Зазначте, де в організмі людини переважно може відкладатись глікоген: а) у підшкірній жировій клітковині; б) у сальнику; в) у клітинах печінки; г) у кістках.
2. Укажіть процеси, з якими пов'язані утворення й розщеплення органічних сполук в організмі людини: а) фотосинтез і дихання; б) асиміляція та дисиміляція; в) дихання та виділення; г) дисиміляція та дихання.

Виберіть три правильні відповіді
Виберіть ознаки, характерні для асиміляції.

А перетворення речовин	**Б** енергетичні зміни	**В** місце, де відбувається процес
1 розщеплення речовин **2** відсутність перетворень **3** синтез речовин	**1** поглинання енергії **2** вивільнення енергії **3** відсутність енергетичних змін	**1** клітина **2** міжклітинна рідина **3** порожнина кишечнику

ПОМІРКУЙТЕ. Що спільного й відмінного в процесах асиміляції та дисиміляції? Який зв'язок існує між ними?

З допомогою дорослих виконайте ***дослідницький практикум***.

Самоспостереження за співвідношенням маси тіла і зросту

Обладнання та матеріали: підлогові ваги, сантиметрова стрічка.

1. Станьте рівно біля стіни без взуття так, щоб торкатися стіни трьома точками: на рівні п'ят, сідничних м'язів і лопаток. Голову слід тримати прямо. За допомогою сантиметрової стрічки виміряйте свій зріст із точністю до 0,5 см. Дані запишіть у таблицю.
2. Зважтеся на підлогових вагах. Дані занесіть у таблицю.
3. Визначте свій масо-ростовий індекс. Для цього показник маси тіла поділіть на показник зросту. Кожному сантиметрові зросту має відповідати 350–400 г маси у хлопчиків і 375–425 г – у дівчаток. Якщо цифри менші, то можна говорити про недостатню масу, якщо більші – про надлишкову. Проаналізуйте, чому збільшилася маса тіла: через жирові відкладення чи внаслідок розвитку м'язів.
4. Визначте свій росто-масовий показник (у кг), віднімаючи від показника зросту цифру 100, якщо зріст дорівнює 155–164 см, або цифру 110, якщо зріст дорівнює 165–185 см.

Відхилення від середніх величин росто-масового показника свідчить про збільшення чи зменшення маси завдяки зміні маси м'язів або жирових відкладень.

§6. ЇЖА ТА ЇЇ КОМПОНЕНТИ. СКЛАД ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ. ЗНАЧЕННЯ КОМПОНЕНТІВ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ

Пригадайте *з курсу основ здоров'я*, що таке харчові продукти.

Імовірно, у вас неодноразово виникали запитання: навіщо ми щоденно споживаємо їжу, звідки береться енергія, потрібна нашому організму? І ви вже маєте відповідь на ці запитання: будівельний матеріал для нашого організму та необхідна нам енергія надходить разом з їжею. Далі ми розглянемо, які харчові продукти і в якій кількості ми маємо споживати, аби наш організм залишався здоровим.

Що таке їжа? Це все, що людина споживає для підтримання життєдіяльності організму. Вживаючи їжу, людина поповнює свій організм речовинами та енергією, потрібними для його життєдіяльності.

Що таке харчові продукти і який їхній склад? **Харчові продукти** – це об'єкти тваринного та рослинного походження, які використовують в їжу в натуральному чи переробленому вигляді як джерело енергії і будівель-

ний матеріал. Речовини, які організм отримує з навколишнього середовища з їжею, засвоюються клітинами. Основними компонентами продуктів харчування є поживні речовини (білки, вуглеводи, жири), вода та мінеральні солі. Їхній вміст у різних продуктах харчування неоднаковий.

Харчові продукти тваринного походження (м'ясо, риба, молоко, яйця, вершкове масло тощо) – це основне джерело білків і жирів та частково вуглеводів. Особливу цінність складають білки тваринного походження, оскільки організм людини здатний засвоювати їх майже повністю.

ЗАПАМ'ЯТАЙТЕ! Відсутність у їжі білків не може бути зрівноважена жодними іншими сполуками. Відсутність білків у харчовому раціоні спричиняє важкі розлади обміну речовин, зниження фізичної та розумової працездатності, атрофію м'язів, зниження захисних властивостей організму.

Жири тваринного походження надходять до організму переважно із салом, жирними м'ясом та рибою, вершковим маслом, молоком, сиром, сметаною тощо.

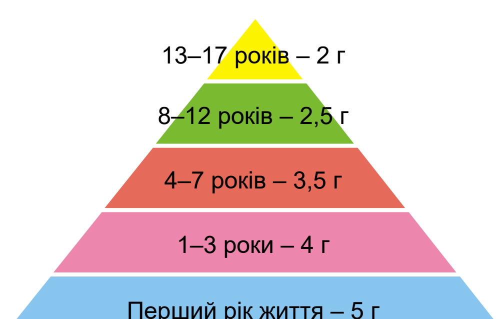
Вуглеводи у продуктах тваринного походження перебувають здебільшого у вигляді глікогену (печінка ссавців, птахів, риб).

Харчові продукти рослинного походження мають високий уміст вуглеводів, хоча до їхнього складу входять також білки та рідкі жири – олії (хліб, хлібобулочні, макаронні та круп'яні вироби, овочі, фрукти, соняшникова олія тощо).

Важливими параметрами харчових продуктів є їхня якість та харчова цінність. Під *якістю продуктів* розуміють сукупність їхніх властивостей, які забезпечують бажані смакові якості та є безпечними для здоров'я людини. *Харчова цінність* – це сукупність властивостей харчових продуктів, що забезпечують фізіологічні потреби людини в енергії та будівельному матеріалі. Вона визначається насамперед їхнім хімічним складом і ступенем засвоюваності нашим організмом.

Потреба людини в харчових продуктах виражається енергією, що міститься в компонентах їхніх складників, і вимірюється у кілокалоріях (ккал). Одна кілокалорія відповідає кількості теплової енергії, необхідної для нагрівання 1 кг води на 1 °С.

Потреба людини в поживних речовинах визначається її масою, віком і рівнем рухової активності. Що менше вік, то більше білків необхідно на 1 кг маси тіла (мал. 34).



Мал. 34. Діаграма добової потреби організму людини в білках (на 1 кг маси тіла) залежно від віку. ***Завдання***. *Розгляньте діаграму та поясніть, чому що менше вік, то більше білків потрібно вживати*

Добову потребу в білках, жирах і вуглеводах для дітей і підлітків наведено в таблиці 2. Для дорослих необхідна кількість білка на добу на 1 кг маси становить 1–1,2 г. Фізична праця, заняття спортом потребують збільшення споживання білків на 20 % від загальних норм.

Таблиця 2

Добова потреба в білках, жирах і вуглеводах (у г) для дітей і підлітків

Вік (роки)	Білки		Жири	Вуглеводи
	загальна кількість	з них тваринні білки		
12–14	90–110	64	90–100	350–380
15–17	100–120	68	90–110	420–450

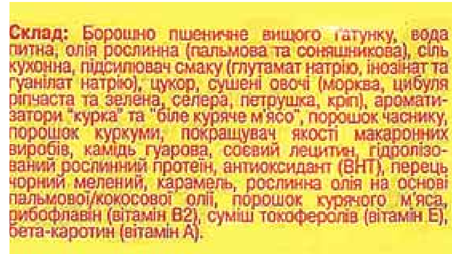
У добовому раціоні дорослої людини доцільно використовувати білки, жири і вуглеводи у співвідношенні 1 : 1 : 4. У середньому за добу доросла людина повинна споживати 80–100 г білків (з них приблизно 50 г тваринного походження) і стільки саме жирів (з них 25–30 г повинні бути рослинного походження), 350–400 г вуглеводів (на прості вуглеводи, наприклад глюкозу, повинно припадати 50–100 г). Ці норми потрібно корегувати залежно від умов праці. Так, при фізичній праці середньої важкості кількість білків необхідно збільшити до 120 г на добу, а при важкій праці – до 150 г. Тим, хто не займається фізичною працею, кількість жирів доцільно зменшити до 60 г на добу. Для юнаків рекомендоване добове споживання: білків – 113 г, жирів – 106 г, вуглеводів – 450 г, а для дівчат – 100, 90 і 383 г відповідно.

Яке значення неорганічних речовин в організмі людини? Вода є одним з найважливіших компонентів людського організму. Вона становить близько 65 % загальної маси тіла дорослої людини. Переважна кількість води міститься в плазмі крові, лімфі, тканинній рідині, травних соках. Основна функція води в організмі – розчинення більшості хімічних сполук, адже вона є універсальним розчинником. Усі життєві процеси, усі біохімічні перетворення речовин і виділення продуктів їхнього обміну можуть відбуватися в організмі лише за наявності води.

Здоров'я людини. Для нормального функціонування організму потрібно, щоб уміст води в ньому залишався відносно сталим. Тому, безперервно втрачаючи воду, ми повинні регулярно поповнювати її запаси. За комфортної навколишньої температури людина за добу має споживати близько двох літрів води. У спеку, під час значних фізичних навантажень або під час хвороби потреба у воді зростає. У багатьох містах України воду перед вживанням рекомендують кип'ятити, користуватися фільтрами для очищення води або використовувати питну воду із чистих джерел.

Крім води, організму потрібні й інші неорганічні речовини. Вони підтримують сталість внутрішнього середовища організму, входять до складу багатьох тканин. Так, солі Натрію і Калію потрібні для роботи нервових і м'язових клітин. Солі Кальцію входять до складу кісток, зубів і беруть участь у процесах зсідання крові, скорочення м'язів. Ферум входить до складу молекул гемоглобіну, які переносять кисень. Йод потрібен для синтезу гормонів щитоподібної залози. Флуор входить до складу емалі зубів.

Основним джерелом неорганічних (мінеральних) речовин є рослинна їжа. Наприклад, Кальцію багато в бобових рослинах (квасоля, горох, боби, соя),



Мал. 35. Зразок етикетки продукту харчування

у капусті, помідорах, щавлі, яблуках, грушах, сливах, суницях; Калію – у картоплі, столових буряках, абрикосах, сливах, винограді, гречці, кукурудзі; Феруму – у квасолі, салаті, буряках, огірках, ячмені, яблуках; Йоду – у зернових та овочах (картопля), фруктах, у морських водоростях (морська капуста).

Окремі неорганічні речовини містяться в продуктах тваринного походження: Кальцій – у молоці та молочних продуктах, яйцях птахів, рибі; Фосфор – у молочних і м’ясних продуктах, рибі, яйцях. Натрій надходить в організм у вигляді солі (кухонної солі), Флуор є в питній воді.

Що таке харчові добавки та яке їхнє значення? **Харчові добавки** – це речовини, які додають у продукти з технологічних міркувань, щоб подовжити термін їхньої придатності, змінити колір (барвники), надати певних смакових якостей тощо. Сучасна промисловість випускає продукцію з різноманітними харчовими добавками: консервантами, емульгаторами, стабілізаторами. У Європейському Союзі розроблено систему їхньої кодифікації: Е + тризначні цифри. Купуючи продукти харчування, завжди звертайте увагу на етикетку (паспортні дані продукту) (мал. 35). Слід обережно вживати продукти з високим умістом харчових добавок.

ЦІКАВО ЗНАТИ! ***Консерванти*** застосовують з метою довготривалого зберігання продуктів харчування. У певних дозах вони шкідливі для організму. ***Емульгатори*** додають до продуктів харчування для збереження їхньої консистенції. Найпоширенішими є коди: Е400, Е559. ***Стабілізатори*** (пектини, камеді) – це желеподібні речовини. Їх додають з метою згущення консистенції продуктів. У системі кодифікації Європейського Союзу для стабілізаторів присвоєно коди в діапазоні від Е407 до Е449.

✿ *Ключові терміни і поняття:* **продукти харчування, харчові добавки.**

УЗАГАЛЬНИМО ЗНАННЯ

- Продукти харчування складаються з органічних і неорганічних речовин. Органічні речовини (білки, вуглеводи, жири) є джерелом енергії та будівельним матеріалом, необхідним для росту й розвитку нашого організму. Білки беруть участь у виконанні майже всіх функцій організму. Вуглеводи є основним джерелом енергії в організмі людини. Жири також є джерелом енергії і захищають організм від тепловтрат.
- Неорганічні речовини (вода і мінеральні речовини) є такими самими важливими для життєдіяльності організму, як і органічні.
- Харчові добавки – це речовини, які додають у продукти харчування для підсилення смакових якостей, забезпечення певної консистенції, кольору, подовження терміну зберігання тощо.

ПЕРЕВІРТЕ ТА ЗАСТОСУЙТЕ ЗДОБУТІ ЗНАННЯ

Дайте відповідь на запитання

1. Що таке харчові продукти? Якими можуть бути їхні компоненти? 2. Чому харчові продукти не тільки забезпечують наш організм енергією, а й необхідні для росту? 3. Що мають на увазі під харчовою цінністю та харчовою якістю продуктів? 4. Що таке харчові добавки? Для чого їх використовують?

Виберіть одну правильну відповідь

1. Укажіть хімічний елемент, потрібний насамперед для синтезу гормонів щитоподібної залози: а) Ферум; б) Йод; в) Натрій; г) Калій.
2. Укажіть хімічний елемент, який входить до складу гемоглобіну: а) Ферум; б) Йод; в) Натрій; г) Кальцій.
3. Укажіть джерело Флуору: а) бобові; б) питна вода; в) кухонна сіль; г) фрукти.

ПОМІРКУЙТЕ. Процес припинення життєдіяльності організму через його зневоднення настає раніше, ніж через відсутність їжі. Втрата води понад 20 % маси тіла для людини смертельна. Чим це пояснити?

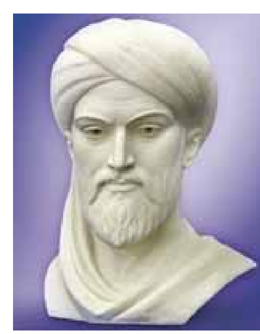
ТВОРЧЕ ЗАВДАННЯ. Перегляньте етикетки продуктів харчування, які ви придбали в магазині. Зверніть увагу на харчові добавки, зазначені на них. За допомогою різних джерел інформації визначте ці добавки та їхній вплив на організм людини.

§7. ХАРЧОВІ ТА ЕНЕРГЕТИЧНІ ПОТРЕБИ ЛЮДИНИ. ЗНАЧЕННЯ ЗБАЛАНСОВАНОГО ХАРЧУВАННЯ ДЛЯ ЗБЕРЕЖЕННЯ ЗДОРОВ'Я

Пригадайте *з курсу основ здоров'я*, що таке збалансоване харчування.

Збалансоване (раціональне) харчування та його значення для здоров'я людини. З давніх-давен люди надавали великого значення харчуванню як засобу збереження здоров'я.

ЦІКАВО ЗНАТИ! Авіценна (Ібн Сіна) (мал. 36) – відомий арабський лікар, один із засновників гігієни харчування, який перший розробив правила раціонального харчування. Його рекомендації щодо різноманітності їжі та помірної кількості споживання її є правильними й нині.



Мал. 36. Авіценна (980–1037)

ЗАПАМ'ЯТАЙТЕ! **Збалансоване**, або **раціональне, харчування** – це таке харчування, коли якість і кількість їжі відповідають потребам організму. Насамперед ці потреби визначаються тим, яку кількість енергії витрачає організм у процесі власної життєдіяльності.

Енергетичні витрати організму визначають за ***основним обміном*** – тією найменшою кількістю енергії, яку організм витрачає для підтримання процесів життєдіяльності у стані повного спокою, натщесерце (тобто через 12–16 год після споживання їжі) і за умов температурного комфорту (+20...+23 °С). За цих умов енергія витрачається лише на забезпечення роботи внутрішніх органів (біохімічні процеси, що відбуваються у клітинах, роботу серця, дихальні рухи тощо).

Основний обмін залежить від різних чинників: статі, віку, функціонального стану організму, виконуваної роботи. Для людини середньої маси, середнього зросту та середнього віку добове значення основного обміну становитиме приблизно 7000 кДж. Звичайно, для здійснення фізичної роботи організм витрачатиме ще певну кількість енергії (*див. таблицю 3*).

Таблиця 3

Середні витрати енергії за добу (кДж) під час виконання різних видів діяльності

Вид діяльності	Середні витрати енергії за добу (кДж)	
	загальні	у перерахунку на 1 кг маси тіла
Переважно розумова праця	13 470	167
Легка фізична праця	15 100	180
Фізична праця середньої важкості	17 300	193
Важка фізична праця	19 950	222
Особливо важка фізична праця	22 940	255

Отже, знаючи, яка кількість енергії звільняється при розщепленні 1 г різних органічних сполук (білків, жирів і вуглеводів), а також те, скільки енергії витрачено людиною впродовж доби, можна розрахувати її ***добовий раціон*** – ту кількість їжі, яку людині треба спожити, щоб відновити енергетичні витрати.

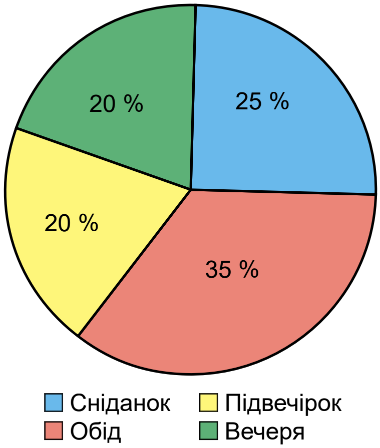
Під ***нормою харчування*** розуміють забезпечення фізіологічних потреб організму людини в основних поживних речовинах. Під час розрахунку норм харчування враховують такі показники: енергетичні витрати організму, кількісний і якісний склад їжі, енергетичну цінність їжі, оптимальне збалансування поживних речовин.

Норму харчування розраховують не лише відповідно до затрат енергії, а й біологічної повноцінності їжі. Жоден продукт не може повністю задовольнити потреби організму в усіх поживних речовинах. Наприклад, у м’ясі є необхідні білки, але в ньому недостатньо вітамінів, мінеральних речовин. У хлібі багато вуглеводів, але мало інших, потрібних організму, речовин, зокрема білків. Тому слід вводити в раціон як білкові та вуглеводні продукти, тваринні й рослинні жири, так і овочі, фрукти та ягоди, багаті на вітаміни і мінеральні солі.

ЗАПАМ’ЯТАЙТЕ! Важливим принципом раціонального харчування є дотримання **енергетичного балансу організму**. Це означає, що кількість енергії, яка надходить до організму з їжею, має відповідати енергетичним витратам організму. Нестача енергії в організмі призводить до його виснаження. Тому організм потрібно постійно поповнювати поживними речовинами.

Задача*. Вирахуйте, скільки енергії витрачено під час написання контрольної роботи, якщо під час письма на 1 кг маси людина витрачає 6,3 кДж за 1 годину.*

Яким має бути харчовий раціон людини? Як його складають? Складаючи харчовий раціон, слід враховувати засвоюваність харчових продуктів. Так, їжа тваринного походження засвоюється в середньому на 90 %, рослинного – на 80 %, а змішана їжа – на 85 %. Кращій засвоюваності їжі сприяє чисте й акуратне сервірування столу, відсутність зовнішніх



Мал. 37. Співвідношення добового раціону. ***Завдання.*** *Користуючись діаграмою, поясніть, чому на першу половину дня припадає 60 %, а на другу – 40 % добового раціону*

подразників (шуму тощо). Їжа має бути смачно приготована, повинна мати приємний вигляд та запах, що збуджує апетит і стимулює діяльність травних залоз. Певні натуральні харчові добавки, наприклад прянощі (перець, гірчиця тощо) чи пряні овочі (цибуля, часник, хрін тощо), збуджують апетит.

Необхідно їсти кілька разів на день (найкраще – чотири), невеликими порціями і без поспіху (мал. 37). Інтервал між споживанням їжі не повинен перевищувати шість годин.

Важливо, щоб у добовому раціоні було досить овочів. Вони містять клітковину, що хоч і не перетравлюється, але сприяє руховій активності шлунково-кишкового тракту. Відсутність такої їжі спричинює послаблення тонусу товстого кишечнику, закрепи. Наповнюючи шлунок, клітковина створює відчуття насичення (ситості). М'ясні й рибні страви рекомендують споживати в першій половині дня. Вони містять речовини, які збуджують нервову систему. Для вечері кращі страви молочні та овочеві.

Харчування має бути повноцінним і достатнім. Надмірне споживання їжі, особливо багатої на вуглеводи та жири, може призвести до ***ожиріння***. Унаслідок цього розвиваються хвороби серця, травної і видільної систем, прискорюється старіння організму та скорочується тривалість життя людини.

Недостатнє харчування (особливо нестача білків) призводить до зменшення м'язової маси, затримує ріст і розвиток, знижує імунітет, що сприяє збільшенню частоти інфекційних хвороб.

Що таке вітаміни та яке їхнє значення для організму людини? **Вітаміни** – біологічно активні речовини різної хімічної природи, неодмінні учасники обміну речовин. За відсутності в харчовому раціоні вітамінів порушуються процеси нормального обміну речовин. Ще в V ст. до н. е. давньогрецький лікар Гіппократ своїм пацієнтам з порушенням зору рекомендував їсти пташину і коров'ячу печінку. Нині ми знаємо, що печінка – це джерело вітамінів А (а також B_2, B_{12}), K і E, які необхідні для нормального функціонування організму.

ЦІКАВО ЗНАТИ! Назву «вітаміни» (від лат. *віта* – життя та *аміни* – речовини, що містять аміногрупу[1]) запропонував 1911 р. польський учений Казимир Функ. Він розробив препарат, незначна кількість якого виліковувала хворобу бері-бері[2]. К. Функ висловив припущення, що й інші хвороби, такі як цинга, рахіт, також можуть

[1] Хімічна група – NH_2, яка містить один атом Нітрогену та два атоми Гідрогену, зокрема входить до складу білків.

[2] Хвороба людини, спричинена нестачею вітаміну B_1. Супроводжується зниженням апетиту, погіршенням травлення, болем у м'язах ніг, підвищеною подразливістю та зниженою працездатністю.

спричинюватися нестачею певних речовин у харчовому раціоні людини. Американський біохімік Е.В. Макколлум 1913 р. запропонував позначати вітаміни літерами латинського алфавіту: A, B, C, D тощо. У 1922 р. він відкрив вітаміни D і E.

Добова потреба у вітамінах – лише кілька міліграмів (*див. таблицю в додатку*). Незважаючи на невеликий уміст в організмі, вітаміни відіграють надзвичайно важливу роль в обміні речовин та енергії. Багато вітамінів входить до складу ферментів, деякі необхідні для утворення гормонів. За відсутності вітамінів в організмі виникають захворювання – ***авітамінози***, за їхньої нестачі – ***гіповітамінози***. Негативно на організм людини впливає і надлишок умісту вітамінів в організмі.

Нині відомо близько 50 вітамінів, які поділяють на дві групи: водорозчинні та жиророзчинні. До ***водорозчинних*** відносять вітаміни групи B (відомо 15 вітамінів), вітаміни P, C та ін; до ***жиророзчинних*** – A, D, E, K тощо.

ЗАПАМ'ЯТАЙТЕ! Жиророзчинні вітаміни засвоюються організмом лише у поєднанні з жирами (олією, сметаною, вершковим маслом тощо).

Вітаміни швидко розкладаються. Більшість з них не відкладається про запас і не синтезується в організмі. Тому необхідно постійно вживати продукти, що містять вітаміни. Головне джерело вітамінів – свіжі фрукти, овочі, а також вершкове масло, молоко та м'ясо.

Неправильне зберігання або кулінарна обробка продуктів харчування призводить до руйнування більшості вітамінів. Наприклад, вітамін C легко руйнується під дією світла, кисню повітря, тепла, контакту з посудом. Вітамін B_1 чутливий до нагрівання. Вітаміни A, E, K, B_2, B_6 і β-каротин (провітамін A) дуже чутливі до світла і кисню, але витримують дію високої температури. (Провітаміни – це речовини – попередники вітамінів.)

ЗАПАМ'ЯТАЙТЕ!

- ✓ Масло зберігайте в посудині із закритою кришкою.
- ✓ Овочі та зелень зберігайте в темному прохолодному місці. Що швидше ви їх використаєте, то більше вітамінів отримає організм.
- ✓ Моркву, буряки, редиску мийте нечищеними перед самим приготуванням.
- ✓ Нарізáти овочі слід ножем з нержавіючої сталі, краще великими шматками, а невеликі бульби – готувати цілими.
- ✓ Овочі для варіння потрібно класти в киплячу воду.
- ✓ Надавайте перевагу нетривалій кулінарній обробці продуктів (варка на пару, запікання у фользі тощо).
- ✓ Смаження – вид кулінарної обробки харчових продуктів, під час якого найбільше руйнується вітамінів.

✿ ***Ключові терміни і поняття:*** **збалансоване харчування, надмірне харчування, недостатнє харчування, енергетичний баланс організму, вітаміни.**

УЗАГАЛЬНИМО ЗНАННЯ

● Збалансоване харчування – один з важливих чинників збереження здоров'я. За такого харчування до організму надходять різноманітні поживні речовини в кількостях, необхідних для забезпечення нормальної життєдіяльності.

● Недостатнє харчування, як і надмірне, призводить до розвитку захворювань багатьох органів і фізіологічних систем організму. Тому потрібно вживати їжу відповідно до енергетичних витрат організму.

● Вітаміни – біологічно активні речовини різної хімічної природи, неодмінні учасники обміну речовин.

ПЕРЕВІРТЕ ТА ЗАСТОСУЙТЕ ЗДОБУТІ ЗНАННЯ

Дайте відповідь на запитання

1. Що таке енергетичний баланс організму? 2. Поясніть, на що витрачається енергія, коли людина просто спокійно лежить. 3. Що треба враховувати, аби правильно скласти добовий харчовий раціон? 4. Чим характеризуються харчові продукти рослинного та тваринного походження? 5. Чому відсутність білків у їжі порушує нормальне функціонування організму людини? 6. Чому як надмірне, так і недостатнє харчування призводять до розвитку захворювань?

Виберіть одну правильну відповідь

1. Укажіть захворювання, яке спричинене відсутністю в організмі певного вітаміну: а) авітаміноз; б) гіповітаміноз; в) гіпервітаміноз.

2. Укажіть співвідношення білків, жирів і вуглеводів у харчових продуктах за умови раціонального харчування: а) 2 : 2 : 1; б) 1 : 1: 2; в) 1 : 1 : 4; г) 1 : 1 : 6.

3. Укажіть, що собою становить основний обмін:
а) кількість енергії, яка витрачається організмом для підтримання процесів життєдіяльності у стані повного спокою, натщесерце;
б) кількість енергії, яка витрачається організмом для підтримання процесів життєдіяльності у стані повного спокою, після споживання їжі;
в) кількість енергії, яка витрачається організмом для підтримання процесів життєдіяльності у стані максимальної рухової активності, натщесерце;
г) кількість енергії, яка витрачається організмом для підтримання процесів життєдіяльності у стані максимальної рухової активності, після споживання їжі.

Розв'яжіть задачу. Визначте енергетичну цінність 50 г пшеничного хліба, якщо білків у ньому 2,85 г, жирів 0,2 г та вуглеводів 28 г. Виберіть правильну відповідь: а) 53,8 кДж; б) 538,4 кДж; в) 481,6 кДж; г) 48,1 кДж.

ОБГОВОРІТЬ У ГРУПАХ. Проаналізуйте таблицю «Вітаміни, їхні функції, джерело отримання і прояви гіповітамінозу чи авітамінозу» (*див. додаток*). Підготуйте презентації про роль водорозчинних (I група) та жиророзчинних (II група) вітамінів для здоров'я людини.

ТВОРЧЕ ЗАВДАННЯ. Разом із членами своєї сім'ї підготуйте проект «Збалансоване харчування». Презентуйте його в класі та неухильно дотримуйтеся визначених вами норм харчування.

САМОКОНТРОЛЬ ЗНАНЬ З ТЕМИ

Виберіть одну правильну відповідь

1. Укажіть продукт харчування, у якому переважають жири: а) оливки; б) персик; в) рис; г) картопля.

2. Укажіть продукт, який має найбільший вміст білка: а) картопля; б) морква; в) яблуко; г) риба.

3. Виберіть ряд харчових продуктів з найбільшим умістом вітаміну С: а) морква, печінка, шипшина; б) яєчний білок, лимон, рис; в) чорна смородина, лимон, шипшина; г) аґрус, риба, масло.

Виберіть три правильні відповіді

4. Виберіть ознаки, характерні для дисиміляції.

А перетворення речовин	**Б** енергетичні зміни	**В** місце, де безпосередньо відбуваються процеси
1 розщеплення речовин **2** синтез речовин **3** перетворення речовин не відбуваються	**1** поглинання енергії **2** вивільнення енергії **3** відсутність енергетичних змін	**1** клітина **2** тканинна рідина **3** порожнина кишечнику

5. Виберіть ознаки, характерні для вітаміну С.

А розчинність	**Б** у яких продуктах переважно містяться	**В** під дією яких чинників руйнується
1 розчиняється у воді **2** розчиняється у жирах **3** не розчиняється ні у воді, ні в жирах	**1** рослинного походження **2** тваринного походження **3** рослинного і тваринного походження	**1** кип'ятіння **2** нарізання продуктів **3** не руйнується ніколи

6. ***Розв'яжіть задачу***. Визначте кількість енергії, що виділиться під час окиснення 1 моля глюкози, якщо під час окиснення 1 г цієї речовини виділяється 17,2 кДж енергії. Виберіть правильну відповідь: а) 309,6 кДж; б) 3096 кДж; в) 1548 кДж; г) 154,8 кДж.

Рівняння реакції окиснення глюкози в м'язах:

$$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 = 6H_2O + 6CO_2 + Q.$$

Поміркуйте

7. Складіть таблицю «Рослинна їжа – основне джерело неорганічних (мінеральних) речовин».

8. Поясніть можливі наслідки відмови від продуктів тваринного походження у дітей підліткового віку.



Тема 2

ТРАВЛЕННЯ

Що відбувається в організмі людини з їжею?
Завдяки чому це відбувається?
Яка будова і які функції органів травлення?
Які бувають шлунково-кишкові захворювання?
Які їхні причини та перебіг?
Як захистити себе від них?

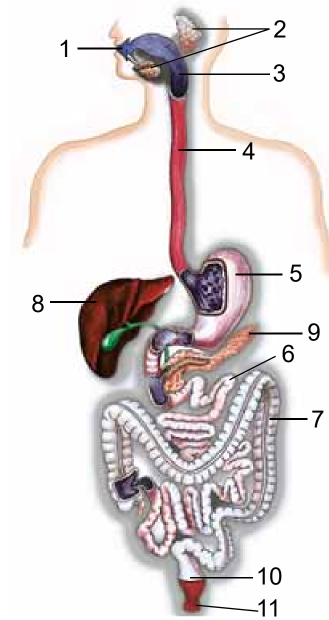
§8. БУДОВА ТА ФУНКЦІЇ ТРАВНОЇ СИСТЕМИ ЛЮДИНИ

Пригадайте, як побудована травна система ссавців. Які методи використовують для вивчення стану організму людини?

Що таке травлення? Ви вже знаєте, що існування організму, нормальний перебіг процесів життєдіяльності можливий лише за умови витрат органічних речовин і енергії та постійного відновлення їх. Однак для того, щоб речовини їжі, що надходять в організм, могли замінити витрачені органічні речовини та енергію, вони мають зазнати певних фізичних і хімічних перетворень в органах травної системи. Лише вода та мінеральні солі надходять з органів травлення до внутрішнього середовища в незмінному вигляді. Речовини, які утворюються в результаті реакцій розкладу, через стінки травного каналу потрапляють у кров і лімфу завдяки процесам ***всмоктування***. Саме процеси розщеплення і всмоктування є головними процесами травлення. Далі поживні речовини, необхідні нашому організму, з кров'ю та лімфою транспортуються до всіх тканин та органів.

ЗАПАМ'ЯТАЙТЕ! Травлення – сукупність процесів механічної обробки їжі та хімічного розщеплення її компонентів на сполуки, які організм здатний засвоювати та включати в обмін речовин.

Як побудована травна система людини і які її основні функції? Травна система людини має такий самий загальний план будови, як і в інших ссавців. Анатомічно та функціонально вона поділена на травний канал і допоміжні органи травної системи. Загальна довжина травного каналу становить 8–10 м. Він простягається від ротового отвору до анального. ***Травний канал*** послідовно поділений на ротову порожнину, глотку, стравохід, шлунок, тонкий і товстий відділи кишечнику, який закінчується прямою кишкою з анальним отвором. ***Допоміжними органами травної***



Мал. 38. Будова травної системи людини: 1 – ротова порожнина; 2 – слинні залози; 3 – глотка; 4 – стравохід; 5 – шлунок; 6 – тонкий кишечник; 7 – товстий кишечник; 8 – печінка; 9 – підшлункова залоза; 10 – пряма кишка; 11 – анальний отвір

системи є зуби, язик, а також травні залози: слинні, печінка із жовчним міхуром і підшлункова залоза (мал. 38).

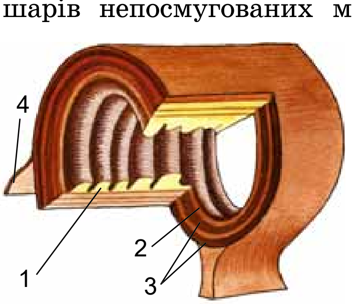
Основні функції травної системи такі.

Рухова функція забезпечує захоплення їжі, її подрібнення, змішування з травними соками, просування її по травному тракту, виведення неперетравлених решток назовні. ***Секреторна функція*** забезпечує виділення травних соків і слизу, гормонів, які регулюють діяльність травної системи. ***Функція розщеплення*** забезпечує розщеплення складних молекул на їхні складові під дією травних ферментів. ***Функція всмоктування*** забезпечує перехід води, мінеральних речовин, вітамінів і продуктів розщепленя молекул білків, жирів і вуглеводів у кров або лімфу. ***Функція виділення*** полягає у виведенні з організму деяких продуктів травлення, здебільшого не потрібних організму.

Стінка травного каналу складається із чотирьох оболонок: слизової, підслизової, м’язової та серозної (мал. 39). Кожна з них побудована певним типом тканин і виконує свої функції в процесах травлення.

Внутрішня ***слизова оболонка*** травного каналу виділяє слиз, який захищає його від механічного пошкодження твердими частками їжі та полегшує її просування. Крім слизу, клітини цієї оболонки виділяють травні ферменти, гормони та деякі інші речовини. Слизова оболонка, крім секреторної, виконує функцію всмоктування продуктів травлення та знезараження їх.

Підслизова оболонка побудована зі сполучної тканини. У ній міститься дуже багато кровоносних і лімфатичних судин та нервів. Вони регулюють секреторну функцію слизової оболонки. ***М’язова оболонка*** побудована з двох шарів непосмугованих м’язів. У внутрішньому шарі м’язові волокна розташовані кільцеподібно, а в зовнішньому – уздовж травного каналу. Між м’язами розташовані нерви, які регулюють рухи травного каналу. ***Серозна оболонка*** утворена сполучною тканиною і вкриває травний канал ззовні. У ній розташовані судини та нервові волокна.



Мал. 39. Оболонки травного каналу: 1 – слизова; 2 – підслизова; 3 – м’язова; 4 – серозна

Черевну порожнину вистеляє щільна двошарова сполучнотканинна оболонка – **очеревина.** Вона захищає органи травлення, утримує їх у певному положенні. Речовина, яку виділяє очеревина, пом’якшує їхні рухи.

Процеси травлення поділяють на:

- ***порожнинне***, яке відбувається в порожнині шлунково-кишкового тракту. Воно складається з процесів механічної та хімічної обробки їжі. Механічна обробка їжі полягає в її подрібненні, зволоженні, перемішуванні з травними соками, набряканні та розчиненні. Хімічна обробка їжі відбувається теж поетапно: спочатку в ротовій порожнині, потім у шлунку і зрештою – у кишечнику;
- ***пристінкове*** травлення відбувається на поверхні внутрішньої оболонки травного каналу всередині клітин.

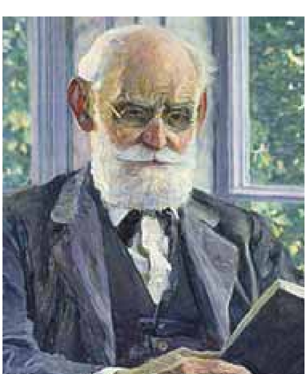
Хімічні перетворення їжі здійснюються під впливом ферментів. Ви вже знаєте, що ферменти – це біологічно активні речовини, здебільшого білкової природи, здатні прискорювати біохімічні реакції. Їх ще називають *біологічними каталізаторами*. Утворюються травні ферменти в клітинах травних залоз, які їх виділяють у складі слини й травних соків: шлункового, підшлункової залози, кишкового. Існують тисячі різних ферментів. Кожен із них прискорює тільки певну хімічну реакцію: одні розщеплюють білки, інші – вуглеводи або жири тощо.

Травні ферменти починають розщеплювати компоненти їжі в травному каналі. Продукти розщеплення усмоктуються в кров і лімфу. Завершуються ці процеси в клітинах. Там утворюються нові органічні сполуки, властиві тільки даному організмові.

Активність ферментів залежить від умов, у яких вони перебувають: температури та кислотності середовища (лужне, кисле, нейтральне). Наприклад, у разі підвищення температури тіла до +38 °С активність ферментів зростає. Подальше підвищення температури тіла знижує їхню активність. Одні ферменти активні в слабколужному середовищі (ферменти слини, травних соків кишок), інші – у кислому (ферменти шлунка).

ЦІКАВО ЗНАТИ! Ферменти, які перетравлюють їжу, здатні перетравлювати і тканини власного тіла. Запобігає цьому те, що більшість синтезованих ферментів виділяється в неактивному стані й активними стають лише в порожнині травного каналу. Слиз також захищає стінку травного каналу від дії травних ферментів.

Як досліджують функції органів травлення? Підвалини сучасної фізіології травлення заклали дослідження видатного російського фізіолога І.П. Павлова (мал. 40). Він розробив принципово нові методичні підходи, що дали змогу встановити закономірності виділення слини, шлункового соку, соків підшлункової залози й жовчі, а також зібрати чисті (не змішані з їжею) травні соки, визначити їхній склад, вивчити регуляцію травлення в природних умовах. За ці праці І.П. Павлова 1904 р. було удостоєно Нобелівської премії.



Мал. 40. І.П. Павлов (1849–1936)

Нині використовують такі методи дослідження органів травлення: зондування, ендоскопію, електрогастрографію, ультразвукову діагностику, сканувальну томографію, рентгенографію. *Зондування* – уведення в порожнину шлунка або дванадцятипалої кишки гнучкої трубки – зонда – (мал. 41, 1) для взяття шлункового та кишкового соку. *Ендоско-*

пія – уведення в травний канал спеціальних освітлювальних приладів зі світловодами (мал. 41, 2), щоб безпосередньо оглянути порожнину травного каналу. *Ультразвукова діагностика (УЗД)* фіксує зображення внутрішніх органів унаслідок відбиття від їхньої поверхні ультразвукових хвиль. *Сканувальна томографія* дає змогу отримати на екрані комп'ютера зображення глибинних шарів досліджуваного органа. За допомогою *радіоелектронних методів* досліджують кишкове середовище. Так звані радіопілюлі – пристрої, оснащені датчиком, передають інформацію за допомогою радіохвиль. *Рентгенографія* дає змогу отримати тіньове зображення органа чи його частини на рентгенівській плівці внаслідок проходження крізь них рентгенівських променів.





Мал. 41. 1. Зонд. 2. Ендоскоп

✿ ***Ключові терміни і поняття:*** **порожнинне травлення, пристінкове травлення, травний канал, травні залози.**

УЗАГАЛЬНИМО ЗНАННЯ

- Травлення – сукупність процесів, що забезпечують надходження їжі, механічна обробка їжі та хімічне розщеплення її на сполуки, які організм здатний засвоювати та включати в обмін речовин. Травна система людини наскрізна, складається з кількох відділів, починається ротовою порожниною та закінчується анальним отвором.
- Система травлення складається з травного каналу і травних залоз. Функції системи травлення: рухова, секреторна, розщеплювальна, всмоктувальна, видільна. Найпоширеніші методи дослідження органів травлення: зондування, ендоскопія, ультразвукова діагностика, сканувальна томографія, рентгенографія.

ПЕРЕВІРТЕ ТА ЗАСТОСУЙТЕ ЗДОБУТІ ЗНАННЯ

Дайте відповідь на запитання

1. Яку роль відіграє травна система в обміні речовин? 2. Що таке травлення? 3. Яка функція ферментів у процесах травлення? 4. З яких органів складається травна система людини? 5. Які функції травної системи? Які методи дослідження органів травлення ви знаєте?

Виберіть одну правильну відповідь

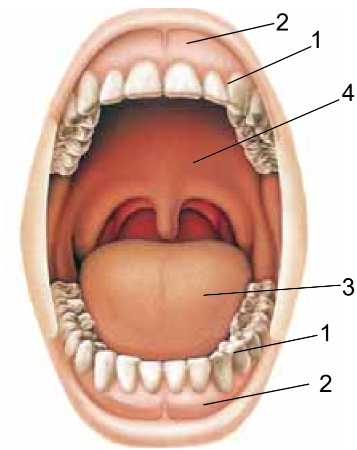
1. Позначте функцію травної системи, яка полягає в механічній обробці їжі: а) рухова; б) секреторна; в) видільна; г) всмоктувальна.
2. Позначте функцію травної системи, що полягає в утворенні й виділенні слини: а) рухова; б) секреторна; в) розщеплення; г) всмоктувальна.
3. Виберіть ознаку, характерну для видільної функції травної системи: а) утворення ферментів, травних соків (шлункового, кишкового), слини, жовчі; б) виведення з організму деяких продуктів обміну речовин; в) просування їжі травним трактом; г) всмоктування білків, жирів, вуглеводів.

Установіть правильну послідовність органів, які утворюють травний канал, починаючи з ротової порожнини: а) пряма кишка з анальним отвором; б) глотка; в) ротова порожнина; г) тонкий кишечник; д) стравохід; е) шлунок; є) товстий кишечник.

ПОМІРКУЙТЕ. 1. Чи може відбуватися процес травлення за відсутності ферментів? 2. Чим відрізняються хімічні реакції, що відбуваються поза живими істотами, від біохімічних процесів, які відбуваються в організмі?

§ 9. ПРОЦЕСИ ТРАВЛЕННЯ У РОТОВІЙ ПОРОЖНИНІ ТА ШЛУНКУ

Пригадайте будову зубів ссавців. Які різновиди зубів є у ссавців?



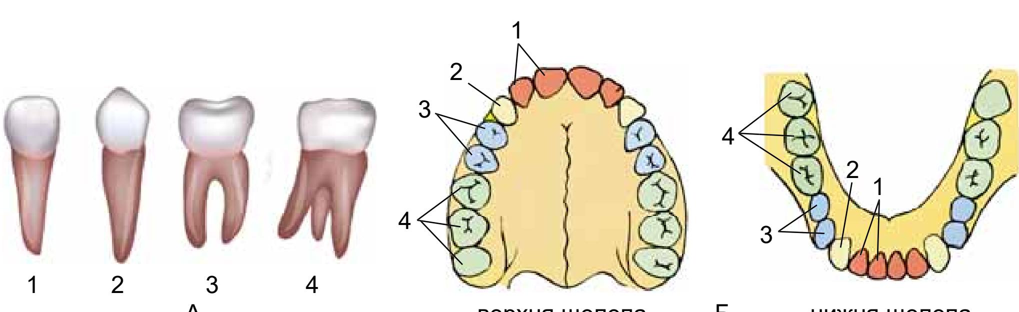
Мал. 42. Будова ротової порожнини: 1 – зуби; 2 – ясна; 3 – язик; 4 – піднебіння

Яка будова ротової порожнини? Ви вже знаєте, що травний канал починається ротовою порожниною. У ній оцінюється смак їжі, визначається її придатність (їстівне чи неїстівне), починаються процеси механічного (пережовування) та хімічного (розщеплення за участі ферментів) перетворення їжі. Зовні ротова порожнина обмежена губами й щоками. Верхню стінку ротової порожнини утворює *піднебіння*. Передня його частина – це *тверде піднебіння*, основу якого складають кістки, а задня – *м'яке піднебіння,* утворене м'язами. Обидві частини піднебіння вкриті слизовою оболонкою (мал. 42).

Язик і визначення смаку їжі в ротовій порожнині. **Язик** – це рухливий м'язовий орган, утворений м'язовою посмугованою скелетною тканиною, на слизовій оболонці якого містяться смакові рецептори. Завдяки цим рецепторам ми розрізняємо кисле, солодке, солоне, гірке і таким чином визначаємо смак їжі, а також якість речовин, що надійшли до ротової порожнини (нехарчові або шкідливі речовини рефлекторно викидаються з неї). Крім того, язик бере участь у перемішуванні їжі, ковтанні, а разом з губами та зубами – у формуванні членороздільних звуків мови.

Зуби та механічна обробка їжі. У ротовій порожнині розташовані зуби, які слугують для захоплення, відкушування і пережовування їжі. Вони закріплені в лунках зубних відростків нижньої та верхньої щелеп (зубних альвеолах). Слизова оболонка, що вкриває зубні відростки щелеп, утворює *ясна* (див. мал. 42).

Вивчимо зовнішню будову зубів (за муляжами чи моделями) під час виконання лабораторного дослідження.



Мал. 43. Зовнішня будова (А) і розміщення зубів на щелепах (Б): 1 – різці; 2 – ікла; 3 – малі кутні; 4 – великі кутні

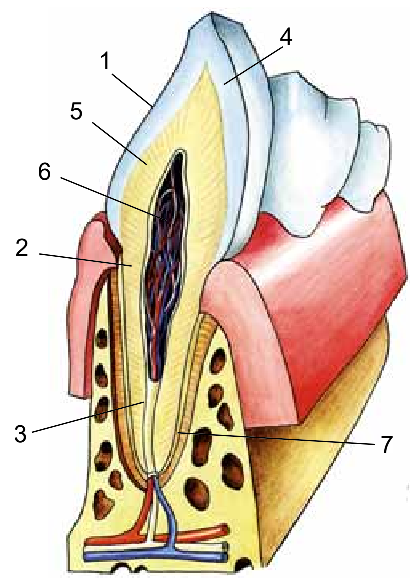
ЛАБОРАТОРНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ

Зовнішня будова зубів

Обладнання та матеріали: моделі зубів, нижньої і верхньої щелеп.

1. Розгляньте на моделі нижньої і верхньої щелеп розташування зубів.
2. Зверніть увагу на розміри зубів, їхню форму.
3. Порівняйте зовнішню будову різних зубів і поясніть їхнє призначення.

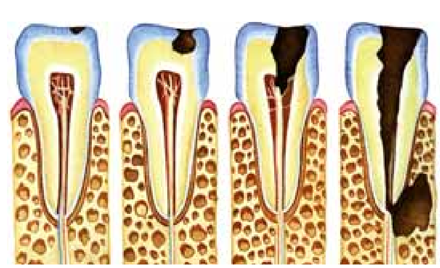
Усі зуби мають загалом однакову будову. Кожний зуб складається з коронки, шийки і кореня (мал. 44). ***Коронка*** виступає над яснами і зовні вкрита твердою зубною ***емаллю***. Вона запобігає стиранню зуба та проникненню в нього мікроорганізмів. Під емаллю міститься речовина, за будовою схожа на кісткову тканину, – ***дентин*** (від лат. *дент* – зуб; саме тому лікаря, який лікує вам зуби, називають *дантистом*). Усередині зуба є порожнина, заповнена пухкою сполучною тканиною, судинами і нервами, – ***пульпа***. Місце переходу коронки в корінь має назву ***шийка зуба***, що занурена в ясна. ***Корінь зуба*** оточений твердою речовиною – ***зубним цементом***. Він кріпить зуб до кістки щелепи. Корінь зуба має отвір, через який у нього входять кровоносні судини й нерви. Зуби мають різну кількість коренів: один корінь мають різці (їх по 4 на кожній щелепі) та ікла (їх по 2), два корені – малі кутні зуби (їх по 4) і три корені – великі кутні зуби (їх по 6) (мал. 43). Різці та ікла відкушують їжу, а малі та великі кутні зуби її подрібнюють. Зуби ростуть двічі: спочатку в людини з'являється 20 молочних, а потім 28–32 постійних зуби.



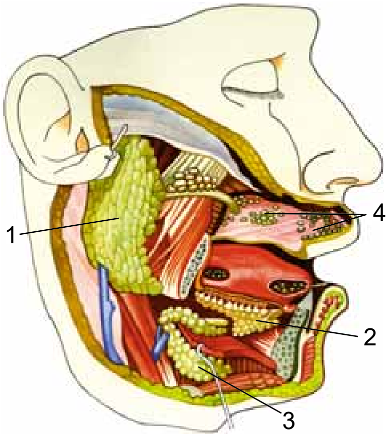
Мал. 44. Будова зуба: 1 – коронка; 2 – шийка; 3 – корінь. ***Завдання.*** *Розгляньте малюнок і виберіть на ньому складники зуба; охарактеризуйте особливості емалі (4), дентину (5), пульпи (6) і цементу (7)*

ЦІКАВО ЗНАТИ! Починаючи приблизно із 6-го місяця після народження, у дитини з'являються тимчасові ***молочні зуби***. Ріст цих зубів завершується наприкінці другого або на початку третього року життя. Процес заміни молочних зубів на постійні починається у віці 5–8 років і триває до 13–16-го року життя. Останніми, на 16–30-му році життя, з'являються дві пари зубів – так звані зуби мудрості.

ЗАПАМ'ЯТАЙТЕ! Найпоширеніша хвороба зубів – **карієс** (від лат. *карієс* – гниття) – руйнування твердих тканин зуба з утворенням порожнин у його стінках (мал. 45).



Мал. 45. Утворення карієсу. ***Завдання.*** *Розгляньте малюнок і поясніть, як утворюється карієс. Яких заходів потрібно вживати, щоб зберегти зуби здоровими?*



Мал. 46. Слинні залози: 1 – привушна; 2 – під'язикова; 3 – підщелепна; 4 – дрібні залози щік і губ

Профілактика карієсу полягає в неухильному дотриманні гігієнічних вимог:

- після вживання їжі порожнину рота слід прополоскати теплою водою;
- не вживати гарячої їжі відразу після занадто холодної, і навпаки;
- не розкушувати дуже твердої їжі (горіхи, тверді цукерки тощо);
- щодня перед сном і вранці потрібно чистити зуби протизапальними зубними пастами;
- щороку проходити медичне обстеження в зубного лікаря;
- своєчасно лікувати хворі зуби.

Хімічна обробка їжі в ротовій порожнині. Процеси ферментативного перетравлювання їжі починаються в ротовій порожнині. У цьому процесі бере участь слина, яку виробляють слинні залози. У людини є три пари великих слинних залоз: ***привушні***, ***підщелепні*** і ***під'язикові*** (мал. 46). За добу всі слинні залози разом виділяють у ротову порожнину 0,5–2 л слини. Крім великих слинних залоз, слизова оболонка рота всіяна численними дрібними слинними залозами.

Слина – це безбарвна слизувато-клейка слаболужна рідина, до складу якої входять вода (близько 98,5 %), ферменти (лізоцим, амілаза і мальтаза) та слиз муцин. *Лізоцим* знезаражує мікроорганізми, сприяє загоєнню ран слизової оболонки рота. Травні ферменти *амілаза* і *мальтаза* частково розщеплюють складні вуглеводи до більш простих. *Муцин* зволожує та обволікає їжу, забезпечує краще проковтування харчової грудки.

ЗАПАМ'ЯТАЙТЕ! Подрібнення і розтирання їжі має виняткове значення для її перетравлювання. У разі ретельного розжовування їжа повністю просякається слиною, а отже, ферменти слини здатні діяти на всю їжу.

ЦІКАВО ЗНАТИ! Посилене виділення слини в разі споживання дуже кислих фруктів розбавляє (зменшує концентрацію) кислоту, яка могла б зруйнувати ніжні клітини слизової оболонки.

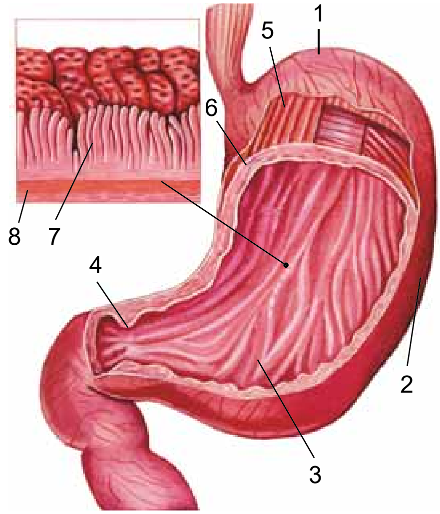
Як людина ковтає? Пережовану, змочену слиною та частково розщеплену їжу (харчову грудку) язик проштовхує до глотки. Потім завдяки скороченню м'язів язика і глотки їжа потрапляє до стравоходу, тобто людина ковтає. Стінки стравоходу хвилеподібно скорочуються, сприяючи просуванню харчової грудки до шлунка.

Як побудований шлунок і які його функції? **Шлунок** – розширений відділ травного каналу. У ньому розрізняють вхідну частину – ***дно*** шлунка, середню частину – ***тіло*** та вихідну частину – ***воротареву*** (мал. 47). Форма та об'єм шлунка помітно змінюються залежно від його наповнення, положення тіла тощо. У дорослої людини довжина шлунка становить 21–25 см, а його ємність – 1–3 л.

ЦІКАВО ЗНАТИ! Шлунок може розтягатися і до більшого об'єму. Однак надмірне розтягання шлунка заважає дихальним рухам діафрагми. Здатність шлунка вміщувати

значну кількість їжі називають ***депонуванням*** їжі. Завдяки цьому людина може споживати їжу лише 3–4 рази на день, не відчуваючи в проміжках між прийомами їжі голоду.

Стінка шлунка утворена чотирма типовими для травного каналу оболонками (слизовою, підслизовою, м'язовою та серозною) (мал. 47). У місці переходу шлунка в дванадцятипалу кишку кільцевий шар м'язів утворює потовщення, формуючи м'яз-стискач – *сфінктер*. Він регулює надходження їжі зі шлунка до кишечнику. Скорочення м'язів шлунка перемішують їжу та періодично просувають її до кишечнику.



Мал. 47. Будова шлунка: 1 – дно; 2 – тіло; 3 – воротарева частина; 4 – сфінктер; 5 – м'язова оболонка; 6 – серозна оболонка; 7 – складчаста слизова оболонка; 8 – підслизова оболонка

У слизовій оболонці шлунка містяться кілька типів секреторних клітин, які виділяють травні ферменти, хлоридну кислоту і слиз. Суміш цих речовин разом формують кислий **шлунковий сік**. За добу в людини виробляється 2–3 л шлункового соку. Основним ферментом шлункового соку є ***пепсин*** (від грец. *пепсис* – травлення). Він забезпечує початкове розщеплення білків. Початкове розщеплення вуглеводів, яке забезпечували ферменти слини (зокрема, амілаза), у шлунку припиняється. Кислий шлунковий сік робить ферменти слини неактивними. Пепсин, навпаки, виділяючись у неактивній формі, активується і діє лише в кислому середовищі, яке створює хлоридна кислота. Фермент ***ліпаза*** розщеплює подрібнені на краплинки жири (наприклад, жири молока). Активність ліпази висока в дітей і майже відсутня в людей зрілого віку.

Хлоридна кислота, крім того, що створює оптимальні умови для дії пепсину, знешкоджує хвороботворні та гнильні бактерії. Вона також сприяє набряканню білків. Це значно полегшує їхнє перетравлювання.

ЦІКАВО ЗНАТИ! У всіх кухнях світу для того, щоб м'ясо було м'якшим і швидше готувалось, його перед приготуванням рекомендують покласти на декілька годин у маринад, що містить кислоту. Найчастіше – це оцет, який діє подібно до хлоридної кислоти шлункового соку. Отже, маринування м'яса здатне не лише підвищити смак їжі, а й полегшити її перетравлювання.

Слиз шлункового соку вкриває стінки шлунка і захищає їх від перетравлювання пепсином. У слизовій оболонці утворюється гормон ***гастрин*** (від грец. *гастер* – шлунок), який бере участь у регуляції шлункової секреції, та особливий білок, який забезпечує всмоктування вітаміну B_{12} у тонкому кишечнику. Цей вітамін відіграє важливу роль в утворенні клітин крові – еритроцитів, які забезпечують перенесення кисню.

Отже, основними функціями шлунка є: накопичення (депонування) їжі; початкове перетравлювання білків; знешкодження бактерій; пересування харчової кашкоподібної маси до тонкого кишечнику.

Тривалість перебування їжі в шлунку залежить від її складу. Жирна їжа затримується близько шести–восьми годин, вуглеводна – близько чотирьох годин. У шлунку всмоктуються в кров тільки вода, мінеральні солі, алкоголь, деякі ліки та незначна кількість глюкози.

✿ *Ключові терміни і поняття:* **язик, слинні залози, зуби, карієс, слина, шлунок, шлунковий сік, пепсин.**

УЗАГАЛЬНИМО ЗНАННЯ

- Травний канал починається з ротової порожнини. У ній визначається смак їжі, її якість, відбувається механічна (подрібнення, перемішування) та хімічна (первинне розщеплення вуглеводів під дією травних ферментів) обробка.
- Процес травлення їжі в ротовій порожнині завершується формуванням харчової грудки. Далі вона потрапляє через глотку і стравохід до шлунка.
- Під час травлення в шлунку білки розщеплюються на простіші хімічні сполуки. Цьому сприяють хлоридна кислота і фермент шлункового соку пепсин.

ПЕРЕВІРТЕ ТА ЗАСТОСУЙТЕ ЗДОБУТІ ЗНАННЯ

Дайте відповідь на запитання

1. Як побудована ротова порожнина? Які функції вона виконує? 2. На які групи поділяють зуби людини? Які їхні функції? 3. Яку будову мають зуби людини? 4. Які функції язика? 5. Який хімічний склад слини і яка її роль у процесах травлення? 6. Як відбувається ковтання? 7. Які механізми запобігають потраплянню їжі в дихальні шляхи під час ковтання? 8. Яка будова шлунка? Який склад шлункового соку? 9. Як здійснюється травлення у шлунку?

Виберіть одну правильну відповідь

1. Укажіть тканину, з якої переважно складається язик: а) м’язова посмугована скелетна; б) м’язова непосмугована; в) сполучна; г) епітеліальна.
2. Виберіть ряд зубів у дорослої людини: а) 8 різців, 4 ікла, 20 кутніх; б) 4 різці, 8 іклів, 20 кутніх; в) 4 різці, 4 ікли, 26 кутніх; г) 10 різців, 8 іклів, 10 кутніх.
3. Укажіть фермент слини: а) лізоцим; б) пепсин; в) муцин; г) трипсин.
4. У якому середовищі активні ферменти шлунка: а) слабколужному; б) кислому; в) нейтральному; г) лужному?
5. Позначте фермент, який виробляють залози шлунка: а) лізоцим; б) амілаза; в) пепсин; г) мальтаза.

ОБГОВОРІТЬ У ГРУПАХ гігієнічні вимоги по догляду за зубами та підготуйте пам’ятку «Як доглядати за зубами».

Розв’яжіть задачу. За добу в шлунку виділяється 800 мл шлункового соку (σ = 1,056 $^{г}/_{см^3}$). Розрахуйте масу натрій хлориду, необхідного для утворення хлоридної кислоти, що міститься в шлунковому соку (масова частка хлоридної кислоти в шлунковому соку – 0,5 %). Укажіть правильну відповідь: а) 6,8 г; б) 12,4 г; в) 24,5 г; г) 68 г.

ПОМІРКУЙТЕ. Чому собаки зализують рани?

Разом із дорослими виконайте ***дослідницький практикум.*** Дослідіть **дію ферментів слини на крохмаль.**

Обладнання та матеріали: два добре накрохмалені клаптики білої тканини, вата, сірник, розчин йоду.

1. Клаптик накрохмаленої білої тканини опустіть у розчин йоду.

2. На іншому клаптикові накрохмаленої тканини сірником, на кінці якого накручено вату, змочену слиною, напишіть слово «амілаза» і також опустіть його у розчин йоду.
3. Порівняйте результати дослідів.

§10. ПРОЦЕСИ ТРАВЛЕННЯ У КИШЕЧНИКУ. ВИВЕДЕННЯ З ОРГАНІЗМУ НЕПЕРЕТРАВЛЕНИХ РЕШТОК ЇЖІ

***Пригадайте** з курсу хімії,* що таке фільтрація. Як побудований кишечник у ссавців?

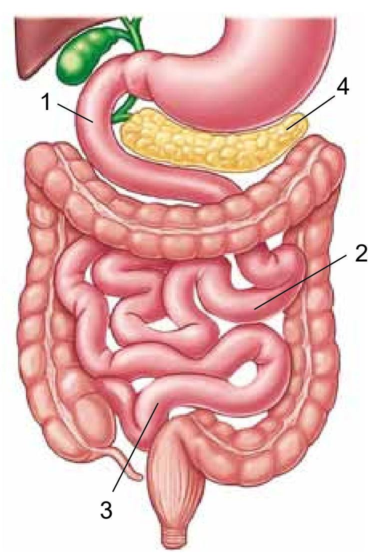
Кишечник – наступний за шлунком відділ травного каналу. Він складається з двох відділів – тонкого і товстого кишечнику.

Яка будова і які функції тонкого кишечнику? Частково перетравлена в шлунку їжа, яку називають *хімусом*, завдяки скороченню його м'язів через сфінктер надходить порціями до наступного відділу травного каналу – ***тонкого кишечнику***. Саме в ньому поживні речовини їжі розщеплюються остаточно і всмоктуються в кров і лімфу. У дорослої людини довжина тонкого кишечнику становить 5–6 м. Його поділяють на три послідовних відділи: *дванадцятипалу, порожню* та *клубову кишки* (мал. 48).

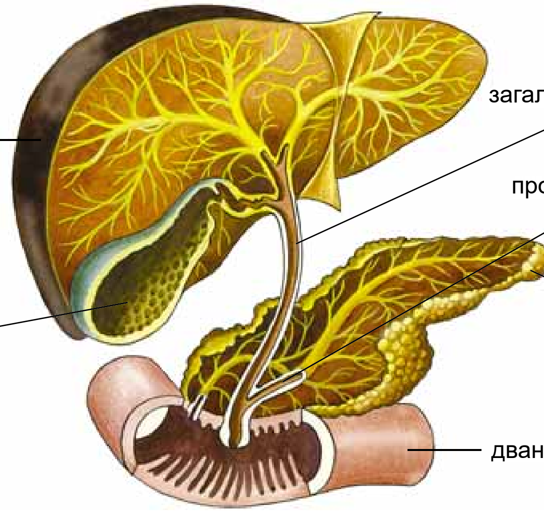
Дванадцятипалу кишку названо так тому, що її довжина приблизно дорівнює товщині 12 складених разом пальців (25–30 см). До неї відкриваються протока підшлункової залози та загальна жовчна протока (мал. 49). І хоча харчові маси затримуються в цій кишці недовго, саме тут на них діє найбільше травних ферментів. Їхня кількість залежить від складу їжі.

Підшлункова залоза завдовжки 12–15 см розміщена під шлунком. Вона виробляє травний сік, який через вивідну протоку потрапляє в дванадцятипалу кишку. Травний сік підшлункової залози має лужну реакцію, виділяється тільки під час травлення. До його складу входять ферменти, які сприяють розщепленню всіх поживних речовин: ***трипсин*** та ***хімотрипсин*** впливають на розщеплення білків до їхніх складових – амінокислот, ***ліпаза*** – жирів до гліцеролу та жирних кислот, ***амілаза*** розщеплює крохмаль до глюкози.

Печінка – це найбільша залоза в організмі людини (її маса – 1,5–2 кг), розташована переважно в правому підребер'ї, під діафрагмою. Біля печінки є порожнистий орган – ***жовчний міхур***, який загальною жовчною протокою сполучений з дванадцятипалою кишкою (мал. 49). Печінка виконує такі головні функції: секреторну, захисну, обмінну, синтетичну, детоксикаційну.



Мал. 48. Будова тонкого кишечнику: 1 – дванадцятипала кишка; 2 – порожня кишка; 3 – клубова кишка; 4 – підшлункова залоза. ***Завдання.** Користуючись малюнком, назвіть особливості будови відділів тонкого кишечнику*



Мал. 49. Зв'язок травних залоз із дванадцятипалою кишкою. ***Завдання.*** *Користуючись малюнком, назвіть залози, які зв'язані з дванадцятипалою кишкою; протоки, які входять у дванадцятипалу кишку*

Секреторна функція печінки полягає в утворенні жовчі. **Жовч** – це зеленкувато-жовта, гіркувата на смак в'язка рідина, що містить особливі жовчні кислоти та пігменти, ліпіди, мінеральні солі тощо. Під дією жовчі жири розпадаються на мікроскопічні краплинки (емульгація жирів). У такому вигляді вони краще розщеплюються ферментами. Крім того, жовч активує дію деяких ферментів підшлункової залози (наприклад, трипсину), а також посилює рухову активність кишок. Завдяки своїм бактерицидним властивостям жовч гальмує гнильні процеси в кишечнику. За відсутності травлення жовч збирається в жовчному міхурі, а під час вживання їжі по жовчній протоці з міхура надходить до дванадцятипалої кишки. За добу в людини виділяється 500–700 мл жовчі.

Печінка відіграє важливу *захисну* (*бар'єрну*) *функцію*. Кров, що відтікає від кишечнику і шлунка по кровоносних судинах, надходить до печінки через ворітну вену. У печінці із цієї крові відбираються речовини, потрібні організмові. У ній знезаражуються деякі шкідливі речовини (*детоксикація*), які разом із жовчю через кишечник виводяться назовні.

Печінка бере участь *в обміні вуглеводів*, *білків*, *жирів і вітамінів*, *кровотворенні*. У печінці утворюється білок гемоглобін (транспортує кисень) і речовини, які беруть участь у зсіданні крові, і такі, що запобігають її зсіданню, а також деяка кількість вітаміну K.

Глюкоза, що всмоктується з кишечнику в кров, перетворюється в печінці на глікоген. За потреби глікоген може розщеплюватись до глюкози, яка надходить у кров і транспортується до тканин і органів. (*Поясніть, чому фізіологи називають печінку «хімічною лабораторією», «продуктовим складом» і «диспетчером організму»*.)

Як відбуваються процеси травлення у тонкому кишечнику? Травлення у тонкому кишечнику здійснюється внаслідок дії соків кишечнику і підшлункової залози, а також жовчі. Як ви пам'ятаєте, у шлунку середовище

має кислу реакцію, а в тонкому кишечнику – лужну. Тому в дванадцятипалій кишці нейтралізується кисле середовище харчової маси, яка надійшла зі шлунка, та стають активними травні ферменти шлункового соку.

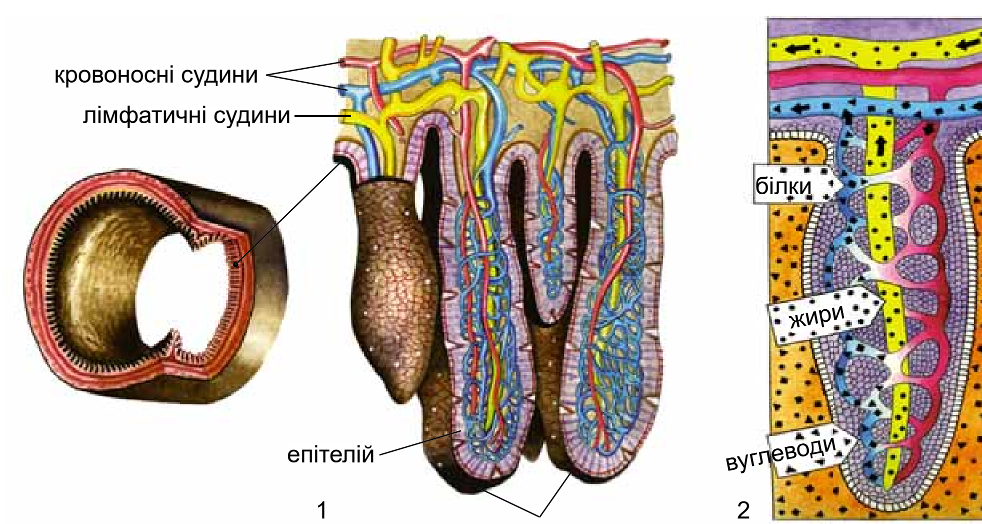
Стінки тонких кишок складаються з таких самих шарів, що й шлунка (*пригадайте їх*). У слизовій оболонці є численні секреторні клітини, які виділяють на добу близько 2 л **кишкового соку**. Це в'язка рідина зі слабколужною реакцією, у якій містяться ферменти (понад 20). Вони беруть участь у процесі перетравлення білкових молекул та їхніх часток, жирів і вуглеводів. Крім того, деякі секреторні клітини продукують слиз, який зменшує тертя харчових мас по стінках кишечнику та захищає самі стінки від дії травних ферментів та механічних подразнень.



Мал. 50. Уголєв Олександр Михайлович (1926–1991) – учений-фізіолог (народився в Дніпропетровську)

Утворені в процесі травлення в тонкому кишечнику речовини всмоктуються в кров і лімфу. Всмоктувальна поверхня клубової та порожньої кишок дуже велика завдяки наявності ворсинок. Таким чином, у кишечнику здійснюється пристінкове (мембранне) травлення.

У чому полягає пристінкове (мембранне) травлення? Пристінкове (мембранне) травлення відкрив 1958 р. фізіолог українського походження О.М. Уголєв (мал. 50). У пристінковому травленні беруть участь ферменти, що містяться на внутрішній поверхні кишечнику, слизова оболонка якого утворює безліч ***ворсинок*** (мал. 51). До їхнього складу входять кровоносні та лімфатичні судини, які розгалужуються на капіляри, а також м'язові та нервові волокна. Клітини кожної ворсинки мають вирости мембрани –



Мал. 51. 1. Будова ворсинок кишечнику. 2. Схема всмоктування поживних речовин ворсинками. ***Завдання.*** *Користуючись малюнком і текстом, поясніть особливості будови ворсинок кишечнику та процес всмоктування ними поживних речовин*

мікроворсинки, у яких є ферменти, що сприяють остаточному розщепленню ліпідів, вуглеводів і білків. Пристінкове травлення забезпечує найретельніше розщеплення поживних речовин і всмоктування простих органічних речовин.

Отже, основна функція ворсинок – всмоктування поживних речовин. Велика кількість ворсинок (приблизно 30 млн) майже в 1000 разів збільшує всмоктувальну поверхню тонкого кишечнику.

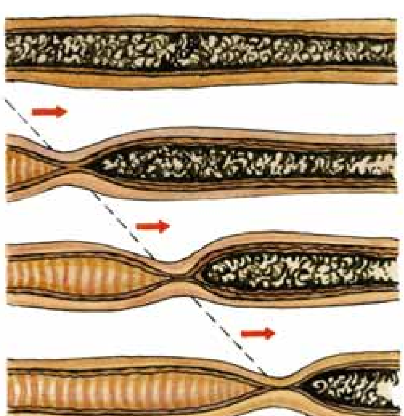
ЗАПАМ'ЯТАЙТЕ! **Всмоктування** – це складний фізіологічний процес проникнення води і розчинених у ній органічних речовин і мінеральних солей у кров і лімфу через клітини епітелію кишечнику. У процесі всмоктування важливе значення мають активна діяльність клітинних мембран кишечнику, явища дифузії, фільтрації. При цьому витрачається енергія.

Перетравлення їжі та всмоктування поживних речовин завершується переважно в тонкому кишечнику. Неперетравлені рештки харчової маси завдяки хвилеподібним (перистальтичним) скороченням тонкого кишечнику (мал. 52) надходять до товстого кишечнику.

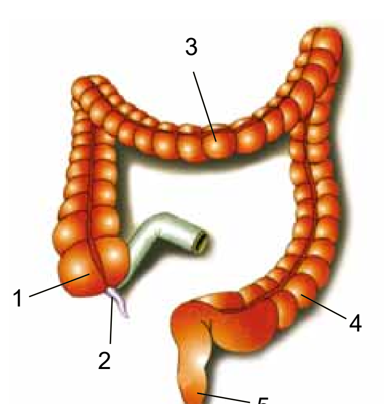
ЗАПАМ'ЯТАЙТЕ! **Перистальтика** (з грец. *перистальтикос* – той, що охоплює, стискає) – хвилеподібний рух стінок шлунка, кишечнику, сечоводів унаслідок скорочення їхніх м'язів, що забезпечує переміщення вмісту цих органів.

Яка будова та функції товстого кишечнику? Початкова ділянка **товстого кишечнику** – ***сліпа кишка*** (мал. 53). Від задньої її частини відходить тонкий червоподібний відросток – ***апендикс***, який безпосередньої участі в процесах травлення не бере. Сліпа кишка переходить в ***ободову***, яка з трьох боків охоплює черевну порожнину. Від неї бере початок сигмоподібна кишка. Вона продовжується ***прямою кишкою***, що закінчується анальним отвором.

У порожнині товстої кишки є велика кількість мікроорганізмів (мікрофлора кишечнику). Їхнє значення полягає в розщепленні частини клітковини, поліпшенні травлення та підсиленні засвоєння поживних речовин, утворенні деяких вітамінів (зокрема, K і групи B), запобіганні розвиткові хвороботворних мікроорганізмів.



Мал. 52. Перистальтичні рухи стінок кишечнику



Мал. 53. Будова товстого кишечнику: 1 – сліпа кишка; 2 – апендикс; 3 – ободова кишка; 4 – сигмоподібна кишка; 5 – пряма кишка

Здоров'я людини. **Пам'ятайте!** Мікрофлора кишечнику дуже чутлива до дії антибіотиків, тому вживати їх потрібно за призначенням лікаря.

Стінки товстого кишечнику не мають ворсинок. Клітини слизової оболонки виробляють сік, у якому мало ферментів, але багато слизу. Він полегшує просування і видалення неперетравлених решток їжі. У товстому кишечнику переважно всмоктуються вода та мінеральні речовини.

З неперетравлених решток їжі формуються калові маси, які містять шкідливі для організму речовини. Завдяки скороченням м'язів стінок товстого кишечнику вони просуваються до прямої кишки, де накопичуються. Калові маси періодично виводяться через анальний отвір назовні. Виведення їх з кишечнику регулює м'яз-стискач (сфінктер), розташований у кінцевому відділі прямої кишки. Його діяльність перебуває під контролем свідомості людини.

Процеси травлення в людини тривають залежно від складу їжі та функціональної активності органів кишково-шлункового тракту від однієї до трьох діб. При цьому найбільше часу витрачається на пересування решток їжі саме по товстому кишечнику (приблизно 12 годин).

✿ *Ключові терміни і поняття:* **дванадцятипала кишка, підшлункова залоза, печінка, жовч, пристінкове травлення, перистальтика, ворсинки, всмоктування.**

УЗАГАЛЬНИМО ЗНАННЯ

- Кишечник складається з тонкого і товстого відділів. У тонкому кишечнику завершується розщеплення поживних речовин, які всмоктуються у кров і лімфу. Велику роль у процесах травлення відіграє жовч, яка сприяє розщепленню жирів, стимулює активність ферментів і рухову активність кишок. Поживні речовини всмоктуються завдяки активній діяльності клітинних мембран клітин епітелію кишечнику, явищам фільтрації та дифузії.
- У товстому кишечнику остаточно розщеплюються речовини і синтезуються вітаміни K і групи B. У цих процесах беруть участь різноманітні корисні для організму людини мікроорганізми.

ПЕРЕВІРТЕ ТА ЗАСТОСУЙТЕ ЗДОБУТІ ЗНАННЯ

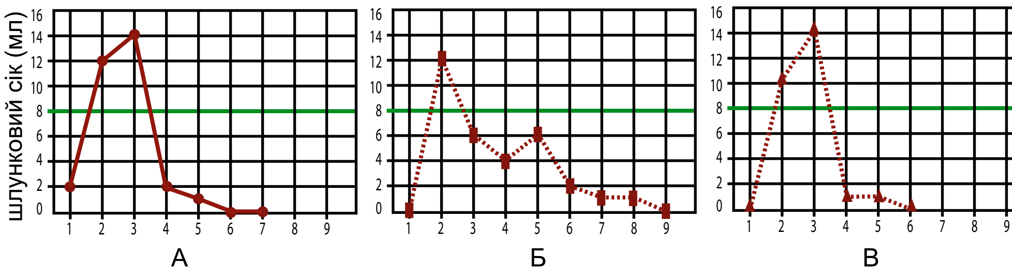
Дайте відповідь на запитання

1. З яких частин складається тонкий кишечник? 2. Які функції здійснює тонкий кишечник? 3. Які сполуки перетравлюються у тонкому кишечнику? 4. Яка роль підшлункової залози у процесах травлення? 5. Які функції печінки? 6. Яка роль жовчі, підшлункового та кишкового соку у травленні? 7. Які речовини всмоктуються в тонкому кишечнику? 8. Яка будова та функції ворсинок кишечнику? 9. З яких частин складається товстий кишечник? 10. Які функції товстого кишечнику? 11. Які речовини всмоктуються в товстому кишечнику? 12. Яка роль мікроорганізмів у процесах травлення?

Виберіть одну правильну відповідь

1. Укажіть орган, у який впадає протока підшлункової залози: а) шлунок; б) жовчний міхур; в) дванадцятипала кишка; г) печінка.

2. Укажіть правильну послідовність відділів, з яких складається товстий кишечник: а) сліпа, ободова, сигмоподібна і пряма кишки; б) ободова, пряма, сигмоподібна і сліпа кишки; в) ободова, сигмоподібна пряма і сліпа кишки; г) пряма, сигмоподібна, сліпа та ободова кишки.



Робота з графіком. На трьох графіках зображено виділення підшлункового соку в разі вживання: А – м'яса, Б – хліба, В – молока.
1) Назвіть травну залозу, яка виробляє підшлунковий сік і ферменти, що входять до його складу. 2) Назвіть відділ травної системи, у який надходить підшлунковий сік. 3) Розгляньте графіки і встановіть залежність між кількістю виділеного підшлункового соку (мл) і тривалістю його виділення та видом їжі.

ОБГОВОРІТЬ У ГРУПАХ. І група. Порівняйте будову та функції тонкого й товстого кишечнику. ІІ група. Порівняйте будову та функції печінки й підшлункової залози.

ПОМІРКУЙТЕ. 1. Чому більша частина води всмоктується в товстому кишечнику, а не виводиться назовні разом із калом? 2. Які засоби можуть сприяти відновленню нормальної мікрофлори кишечнику в разі порушення її складу?

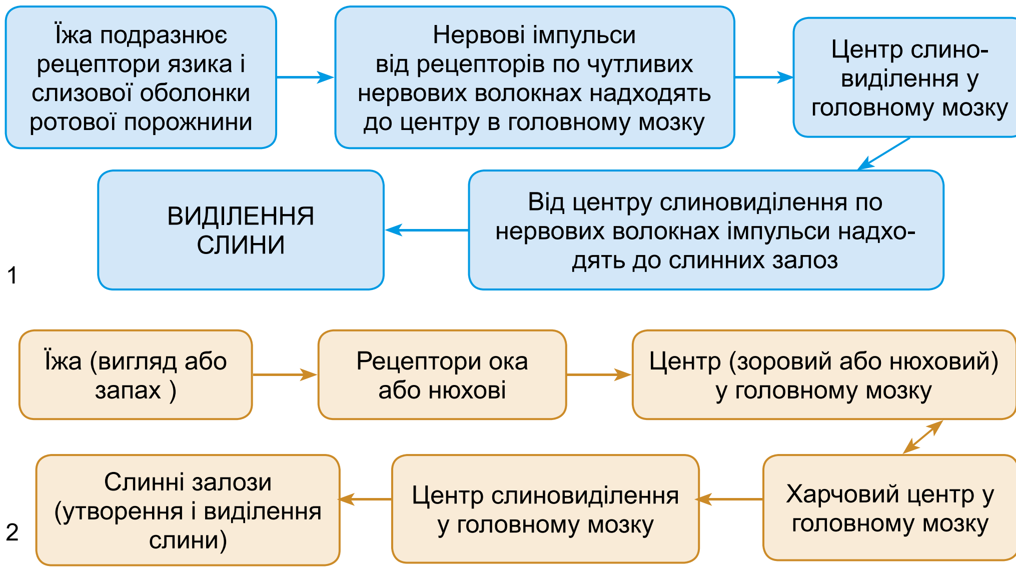
ТВОРЧЕ ЗАВДАННЯ. Підготуйте короткі повідомлення та оформіть їх у вигляді комп'ютерної презентації: «Печінка як важливий орган в організмі людини», «Підшлункова залоза та її значення у процесах травлення».

§11. РЕГУЛЯЦІЯ ПРОЦЕСІВ ТРАВЛЕННЯ В ОРГАНІЗМІ ЛЮДИНИ

Пригадайте, які розрізняють види регуляції. Що таке рефлекс? Яка будова головного мозку ссавців?

Які є види рефлексів? Ви вже знаєте, що рефлекс – це реакція організму на подразники, яка відбувається за участі нервової системи та під її контролем. Рефлекси бувають безумовними (вродженими) та умовними (набутими). **Безумовні рефлекси** – відносно постійні, вроджені реакції організму на внутрішні й зовнішні подразники. Вони однакові в усіх людей. **Умовні рефлекси** – набуті. Вони утворюються в процесі життя на основі безумовних або утворених раніше умовних під впливом певних чинників зовнішнього середовища. Умовні рефлекси індивідуальні, оскільки в кожної людини формуються незалежно від інших.

Як регулюється слиновиділення? Як тільки їжа потрапляє до ротової порожнини, уже через кілька секунд починає виділятися слина. Зрозуміло, що така швидкість забезпечується рефлекторними механізмами. Їжа, яка потрапила до ротової порожнини, подразнює розміщені на язиці й у слизовій оболонці рота рецептори (насамперед смакові). Від них збудження по чутливих нервових волокнах передається у відповідний центр слиновиділення в головному мозку (мал. 54). Звідти сигнали по нервах надходять



Мал. 54. Схеми, що ілюструють безумовно-рефлекторне (1) та умовно-рефлекторне (2) виділення слини. ***Завдання.*** *Порівняйте обидві схеми і поясніть їх*

до слинних залоз, які починають продукувати слину. Це ***безумовно-рефлекторне слиновиділення*** (мал. 54, 1).

Кількість і склад слини цілком визначається складом їжі. Що їжа сухіша, то більше виділяється слини. Безумовно-рефлекторне слиновиділення триває доти, доки їжа перебуває в ротовій порожнині й подразнює рецептори. Це вроджена реакція. Але слина може виділятися як під час безпосереднього подразнення їжею відповідних рецепторів у ротовій порожнині, так і тоді, коли людина бачить їжу, відчуває її запах тощо. Це ***умовно-рефлекторне слиновиділення*** (мал. 54, 2).

Подразнення рецепторів ротової порожнини стимулює не лише виділення слини, а й запускає секрецію шлункового соку. Завдяки цьому шлунок заздалегідь готується до прийняття і перетравлювання їжі.

ЦІКАВО ЗНАТИ! У дослідах на собаках І.П. Павлов установив, що виділення слини зумовлене як вродженими безумовними (подразнення їжею рецепторів ротової порожнини), так і набутими умовними рефлексами (у відповідь на зорові, слухові, нюхові та інші нехарчові подразники).

Як регулюється ковтання? Складний рефлекторний процес переходу їжі з ротової порожнини через глотку у стравохід – ковтання – відбувається у такій послідовності. Сформована харчова грудка завдяки скороченням м’язів язика і щік переміщується на корінь язика. До моменту потрапляння їжі на корінь язика цей процес є довільним (хочу – ковтну, а не хочу – ще пожую). Але щойно їжа потрапляє на корінь язика і подразнює його рецептори, нервові імпульси відразу надходять до центру ковтання, розташованого у відповідному відділі головного мозку, і виникає рефлекс ковтання. При цьому стискаються губи та щелепи, піднімається м’яке піднебіння, і завдяки скороченням м’язів язика харчова грудка проштовхується у глотку. Остання фаза акту ковтання є мимовільною.

Щоб пересвідчитися в рефлекторному характері ковтання, зробіть хвилинну паузу в читанні цього параграфа. Відпочиваючи, проведіть простий дослід. Спробуйте кілька разів поспіль ковтнути лише слину. Після 1–2 таких ковтань, хоч би як ви намагалися це зробити, у вас нічого не вийде. Немає слини, а отже, немає подразнення кореня язика – немає ковтання. Пересвідчились, відпочили? Тоді читайте далі.

Рефлекс ковтання послідовно включає в себе кілька простих рефлексів і за певних обставин може порушуватися. Такими обставинами найчастіше є розмови під час їжі, суха або завелика харчова грудка. Річ у тому, що й ковтання, і мова пов'язані з дихальною системою. Під час ковтання дихання затримується, а надгортанник закриває вхід до дихальних шляхів. Для того щоб щось сказати, навпаки, дихання мусить бути активним. Такий конфлікт часто призводить до того, що в момент ковтання надгортанник не закриває вхід до гортані й частинки їжі можуть потрапляти в дихальні шляхи. Це спричинює кашель і задуху, що може бути досить небезпечним. Сильне подразнення ділянки кореня язика великою харчовою грудкою може викликати блювальний захисний рефлекс.

Як регулюється виділення шлункового соку? Утворення і виділення шлункового соку також регулюються нервовою системою і біологічно активними речовинами. Процес виділення шлункового соку за механізмами його запуску можна поділити на три фази – так звані мозкову, шлункову та кишкову. **«Мозкова» фаза соковиділення** спричиняється як умовнорефлекторно під час подразнення рецепторів зору, нюху, слуху виглядом і запахом їжі чи звуками, пов'язаними з прийомом їжі (стукіт тарілок, розмова чи навіть згадка про щось смачне і т. п.), так і безумовно-рефлекторно під час подразнення рецепторів слизової оболонки рота, глотки, стравоходу у процесі жування та ковтання їжі. Зважаючи на це, мозкову фазу ще називають ***складнорефлекторною***.

Що смачніша їжа, то з більшим апетитом ми її з'їдаємо. Що кращий апетит, то більше шлункового соку виділяється в «мозкову» фазу. Саме тому цей сік І.П. Павлов називав ***апетитним соком***. Виділення апетитного соку має виняткове значення, оскільки шлунок готується до перетравлювання їжі ще до її надходження.

Надійшовши в шлунок, їжа механічно й хімічно подразнює рецептори його слизової оболонки. Наслідком цього стає рефлекторне посилення і продовження виділення шлункового соку. **Шлункова фаза соковиділення** забезпечується не лише за рахунок нервової системи. Пригадайте: надходження їжі в шлунок стимулює секрецію залозами слизової оболонки гормону гастрину. Надійшовши з кров'ю до залоз слизової оболонки шлунка, гастрин різко посилює виділення ними пепсину і хлоридної кислоти. Збуджують шлункову секрецію також деякі речовини, які всмоктуються в кров, зокрема продукти перетравлювання білків, деякі мінеральні речовини, з-поміж них натрій хлорид тощо. Завдяки цьому шлункову фазу соковиділення називають ще ***нейрогуморальною фазою***.

Кишкова фаза соковиділення починається з моменту потрапляння хімусу в кишечник. Гормони дванадцятипалої кишки через кров підсилюють шлункову секрецію.

Виділення шлункового соку може не лише посилюватися, а й гальмуватися. Соковиділення в шлунку гальмують неприємні запах і вигляд їжі, шум, біль тощо. Якщо в шлунок довго не надходить їжа, то його м'язи

починають скорочуватися, і виникає неприємне відчуття голоду, яке людина прагне якомога швидше вгамувати.

Здоров’я людини. **Пам’ятайте!** Читання, розмови під час вживання їжі, негативні емоції гальмують виділення шлункового соку.

Як регулюється діяльність тонкого та товстого кишечнику? Діяльність кишечнику та його залоз також регулюють нервова система й біологічно активні речовини. У стані спокою під час вживання їжі нервові імпульси від головного мозку посилюють рухову активність тонкого і товстого кишечнику. У разі стресу, розумового навантаження, навпаки, нервова система пригнічує діяльність кишечнику. На діяльність кишечнику впливають і деякі біологічно активні речовини (зокрема, гормони). Одні з них (наприклад, гормон секреторних клітин слизової оболонки шлунка) стимулюють діяльність кишечнику, інші (наприклад, особливий гормон підшлункової залози), навпаки, її пригнічують.

Ви вже знаєте, що рефлекторно сік підшлункової залози та жовч виділяються під час подразнення рецепторів ротової порожнини, глотки та шлунка їжею. Діяльність підшлункової залози стимулюють і певні біологічно активні речовини, наприклад гормон, який утворюється в ендокринних клітинах дванадцятипалої кишки.

Під час вживання їжі нервові імпульси, що надходять від головного мозку, стимулюють жовчовиділення (безумовний рефлекс). Посилюють виділення жовчі жирна їжа, мед, молоко, яєчний жовток, навіть розмови про їжу (умовно-рефлекторне жовчовиділення). Нервове напруження негативно впливає на жовчоутворення і жовчовиділення. Гуморальна регуляція жовчовиділення пов’язана з діяльністю деяких гормонів.

Випорожнення прямої кишки відбувається рефлекторно за участі діафрагми й м’язів живота. Центр цього рефлексу розташований у спинному мозку, але його діяльність регулюється певними відділами головного мозку.

✿ ***Ключові терміни і поняття:*** **безумовні рефлекси, умовні рефлекси.**

УЗАГАЛЬНИМО ЗНАННЯ

- Розрізняють безумовно-рефлекторне та умовно-рефлекторне слиновиділення.
- Виділення шлункового соку регулюється рефлекторно за участі нервової системи і гуморально – за допомогою біологічно активних речовин, які виробляються шлунковими залозами.
- Жовчовиділення також регулюється рефлекторно (нервовою системою) і гуморально.

ПЕРЕВІРТЕ ТА ЗАСТОСУЙТЕ ЗДОБУТІ ЗНАННЯ

Дайте відповідь на запитання

1. Як регулюється слиновиділення? 2. Як відбуваєтся ковтання? 3. Як регулюється соковиділення? 4. Як відбувається нейрогуморальна регуляція діяльності кишечнику?

Установіть правильну послідовність безумовно-рефлекторного слиновиділення: а) нервові імпульси від рецепторів по чутливих нервових волокнах надходять до відповідного нервового центру; б) їжа подразнює рецептори язика і слизової оболонки ротової порожнини; в) центр слиновиділення; г) виділення слини; д) від центру слиновиділення по рухових нервових волокнах імпульси надходять до слинних залоз.

Установіть правильну послідовність умовно-рефлекторного слиновиділення: а) подразнення зорових або нюхових рецепторів; б) вигляд або запах їжі; в) центр (зоровий або нюховий); г) центр слиновиділення; д) харчовий центр; е) слинні залози (виділення слини).

ОБГОВОРІТЬ У ГРУПАХ. Процеси виділення шлункового соку й жовчовиділення. Результати обговорення оформіть у вигляді схем «Безумовно-рефлекторне соковиділення», «Умовно-рефлекторне соковиділення», «Регуляція жовчовиділення».

ПОМІРКУЙТЕ. Чому, коли у шлунок надходить їжа, яка навіть не перетравлюється (наприклад, трава), у ньому та ротовій порожнині відчуття голоду зникає?

ТВОРЧЕ ЗАВДАННЯ. За допомогою різних джерел інформації та власного досвіду підготуйте міні-презентацію про чинники, що сприяють соковиділенню і що гальмують цей процес.

§ 12. ХАРЧОВІ РОЗЛАДИ. ПРОФІЛАКТИКА ЗАХВОРЮВАНЬ ТРАВНОЇ СИСТЕМИ

Пригадайте, що таке віруси. Які є хвороботворні бактерії, одноклітинні тваринноподібні організми, гельмінти, гриби?

Відомі різноманітні порушення діяльності травної системи. Зокрема, унаслідок розладів жування та процесів слиновиділення порушується попередня обробка їжі. Залишки їжі між зубами сприяють розмноженню мікроорганізмів. Ви вже знаєте, що небезпечним захворюванням зубів є *карієс*. Тому після вживання їжі треба чистити зуби, особливо перед сном, полоскати рот теплою водою.

Порушення жування може бути наслідком запальних процесів слизової оболонки ясен і рота – ***стоматиту*** (від грец. *стома* – рот). Погано пережована їжа спричиняє розлади травлення в шлунку, посилює секрецію шлункового соку, подразнює його слизову оболонку. Це призводить до запалення слизової оболонки шлунка – ***гастритів*** (від грец. *гастер* – шлунок) або виникнення виразок стінок шлунка та дванадцятипалої кишки.

Здоров'я людини. Раціональне харчування та здоровий спосіб життя – надійні засоби профілактики гастриту.

Недотримання режиму харчування є також причиною ***панкреатиту*** (від грец. *панкреас* – підшлункова залоза) – запалення підшлункової залози. Запалення червоподібного відростка сліпої кишки – апендикса (від лат. *апендикс* – придаток) спричинює ***апендицит***, що супроводжується гострим болем праворуч внизу живота, підвищенням температури тіла, ознобом, нудотою, блюванням.

ЗАПАМ'ЯТАЙТЕ! Якщо з'явилися подібні симптоми, негайно викличте «швидку допомогу». До приїзду лікаря можна прикласти до місця болю міхур з льодом. Ніколи не грійте місце на животі, що болить. Це може призвести до розриву апендикса й запалення очеревини.

Блювання – це рефлекторний акт видалення назовні вмісту шлунка через стравохід. ***Відрижка*** – вихід із шлунка повітря, яке потрапило в нього під час ковтання разом із їжею, або газів, які утворюються в шлунку, коли порушено травлення.

Унаслідок неправильного харчування, лікування антибіотиками може виникнути ***дисбактеріоз*** (від лат. *дис* – префікс, що означає порушення, розлад, і *бактерія*) – зміна бактеріальної мікрофлори організму, переважно кишечнику. Характерним для цього захворювання є *метеоризм* (від грец. *метеоризмос* – здуття) – здуття живота через посилене утворення кишкових газів. Це знижує ефективність травлення, порушує всмоктування води в товстому кишечнику, отруює організм людини продуктами життєдіяльності шкідливих мікроорганізмів.

У разі порушення режиму харчування, зловживання сухою (як-от, чіпси), жирною їжею (наприклад, торти), за малорухомого способу життя з віком може виникнути застій і згущення жовчі в жовчному міхурі, що призводить до ***холециститу*** (від лат. *холе* – жовч, *цисту* – міхур) – запалення жовчного міхура. Наслідком холециститу часто є ***жовчнокам'яна хвороба*** – утворення в жовчному міхурі камінців. Камені з жовчного міхура можуть потрапити в міхурову протоку й закупорити її. У цьому разі потрібне негайне хірургічне втручання.

Хвороби шлунково-кишкового тракту виникають ще й унаслідок різноманітних отруєнь, проникнення інфекцій.

Які трапляються харчові отруєння? Ознаками харчового отруєння є біль у животі, блювання, пронос, головний біль, запаморочення. До групи ***бактеріальних харчових отруєнь*** належать захворювання, спричинювані токсичною дією мікроорганізмів, які потрапили до шлунково-кишкового тракту людини з харчовими продуктами внаслідок порушення технології виробництва та санітарних норм їхнього зберігання, перевезення. Серед таких харчових отруєнь найпоширенішими є сальмонельоз, ботулізм, дизентерія, холера (*див. таблицю 4*).

Таблиця 4

Хвороби шлунково-кишкового тракту бактеріального походження

Хвороба	Збудник	Ознаки	Джерела інфекції
Сальмонельоз	Бактерія роду Сальмонела	Отруєння організму: токсикоз, шлунково-кишкові розлади, підвищення температури	Хворі та здорові (бактеріоносії) тварини та люди, інфіковані їжа (здебільшого м'ясо й м'ясні продукти, молоко та молочні продукти, яйця), вода
Ботулізм	Паличка ботулізму	Ті самі	Інфіковані м'ясні продукти, овочеві й рибні консерви, ковбаси, солона та копчена риба. Дуже небезпечні консерви домашнього приготування через недостатню їхню стерилізацію
Дизентерія	Дизентерійна паличка	Ті самі	Інфіковані продукти (особливо молоко й вода), предмети хворого
Холера	Холерний вібріон	Ті самі	Інфіковані сира вода та харчові продукти, а також брудні руки після контакту з хворим, мухи

Завдання. *Користуючись таблицею 4, назвіть хвороби шлунково-кишкового тракту бактеріального походження, їхніх збудників, ознаки і джерела інфекції.*

Здоров'я людини. **Пам'ятайте!** У більшості випадків причиною поширення інфекційних хвороб є порушення елементарних правил гігієни харчування й особистої гігієни.



Мал. 55. С.П. Боткін (1832–1889)

Хвороби органів травлення, спричинені вірусною інфекцією. ***Хвороба Боткіна***, або ***вірусний гепатит А*** (від грец. *гепар* – печінка), – це гостра інфекційна хвороба, за якої уражається переважно печінка, виникає її тяжке запалення. Людина заражається через забруднені харчові продукти, воду, домашні речі, брудні руки. Переносниками вірусу гепатиту є також мухи. Через 40 днів з моменту потрапляння збудника до організму з'являються перші ознаки хвороби: біль у горлі, кволість, нудота, блювання, підвищення температури тіла. Сеча темнішає, а кал знебарвлюється, через декілька днів білки очей і шкірні покриви жовтішають, тому хворобу ще називають жовтяницею. Ця хвороба дуже небезпечна, бо призводить до загибелі клітин печінки й порушення всіх її функцій. Інфекційне походження вірусного гепатиту А вперше довів видатний російський терапевт і вчений С.П. Боткін (мал. 55).

Людей, хворих на інфекційні хвороби, госпіталізують, а приміщення, де вони перебували, та їхні речі обов'язково дезінфікують.

Яка небезпека отруєння грибами? Ви вже знаєте, що є гриби їстівні, а є гриби – надзвичайно отруйні (бліда поганка, мухомор червоний, опеньки сірчисто-жовті несправжні (мал. 56) та ін.).

Отруєння грибами щорічно забирає багато людських життів. На території України росте понад 25 видів смертельно отруйних грибів. Ознаки отруєння з'являються через 8–72 год після вживання їх. Це насамперед блювання, розлад шлунка, невгамовна спрага через зневоднення організму, судоми. У разі появи таких симптомів слід негайно викликати «швидку допомогу».

Здоров'я людини. Надаючи першу медичну допомогу в разі отруєння грибами, потерпілому потрібно промити шлунок, дати випити не менше ніж п'ять склянок води; викликати блювання, видаливши цим з організму недоброякісну їжу, потім дати проносні засоби, напоїти гарячим чаєм і викликати лікаря.

На травну систему людини також негативно впливає вживання алкоголю і тютюнокуріння. Так, потрапляючи в шлунок, алкоголь подразнює



Мал. 56. Отруйні гриби: 1 – бліда поганка; 2 – мухомор червоний; 3 – опеньки сірчисто-жовті несправжні

його слизову, підсилюючи соковиділення. Шлунковий сік при цьому містить мало ферментів і багато хлоридної кислоти. Тому тривале вживання алкогольних напоїв призводить до гастритів. Усмоктуючись у кров, алкоголь потрапляє до печінки й руйнує її клітини. Тютюнокуріння пригнічує обмін речовин і перешкоджає засвоєнню організмом вітамінів.

Які поширені гельмінтози людини? Поряд зі шлунково-кишковими інфекціями часто трапляються й ***гельмінтози***. Їх спричинюють паразитичні черви (*пригадайте з курсу біології 7 класу життєві цикли відомих вам паразитичних червів*). Гельмінтози призводять до виснаження організму, недокрів'я. Продукти життєдіяльності гельмінтів впливають на нервову систему, органи кровотворення, травлення. Порушується сон, апетит, виникає головний біль, швидка втома.

Здоров'я людини. Перед вживанням їжі завжди потрібно мити руки з милом; овочі й фрукти треба їсти також добре помитими; їжу слід тримати закритою, щоб на неї не потрапляв пил і не сідали мухи; не можна пити сирої води; м'ясо й рибу потрібно добре термічно обробляти.
Дотримання правил особистої гігієни є профілактикою виникнення будь-яких хвороб.

✿ *Ключові терміни і поняття:* **гастрит, панкреатит, апендицит, холецистит, жовчнокам'яна хвороба, дисбактеріоз.**

УЗАГАЛЬНИМО ЗНАННЯ

- Захворювання шлунково-кишкового тракту спричинюють порушення режиму харчування, неякісна їжа, емоційні стреси тощо. Різні харчові отруєння, зокрема грибами, консервами, можуть призвести до виникнення таких хвороб, як сальмонельоз, ботулізм, дизентерія, холера, хвороба Боткіна, різні види гельмінтозів тощо.
- Дотримання здорового способу життя, правил особистої гігієни є профілактикою виникнення будь-яких хвороб.

ПЕРЕВІРТЕ ТА ЗАСТОСУЙТЕ ЗДОБУТІ ЗНАННЯ

Дайте відповідь на запитання

1. Чим можуть бути спричинені порушення жування та слиновиділення? Які їхні наслідки? 2. Які ви знаєте порушення роботи шлунка? Які їхні причини? 3. Унаслідок чого може порушуватись робота кишечнику? 4. Які інфекційні захворювання органів травлення вам відомі? Яка їхня профілактика? 5. Які причини порушення діяльності печінки?

Виберіть одну правильну відповідь

1. Укажіть причину спалаху холери влітку в санаторно-курортних зонах: а) вживання зараженої сирої води; б) нестійкість холерного вібріона; в) дотримання правил гігієни; г) вживання якісних продуктів харчування.
2. Укажіть захворювання, спричинене вірусною інфекцією: а) ботулізм; б) дизентерія; в) хвороба Боткіна; г) холера.

ОБГОВОРІТЬ У ГРУПАХ. I група. Найпоширеніші хвороби травної системи. II група. Хвороби органів травлення, спричинені вірусною інфекцією. III група. Хвороби шлунково-кишкового тракту бактеріального походження. IV група. Небезпека отруєння грибами. Поясніть причини їхнього виникнення та перелічіть найефективніші засоби профілактики. Відповіді оформіть у вигляді пам'яток.

ПОМІРКУЙТЕ. Чому нервові перенапруження та стреси негативно впливають на роботу травної системи? Відповідь обґрунтуйте.

ТВОРЧЕ ЗАВДАННЯ. Використовуючи різні джерела інформації та знання з біології, здобуті в 6 класі, підготуйте повідомлення про отруйні гриби своєї місцевості.

САМОКОНТРОЛЬ ЗНАНЬ З ТЕМИ

Виберіть одну правильну відповідь

1. Укажіть відділ травної системи, у якому починає розщеплюватися крохмаль: а) ротова порожнина; б) шлунок; в) дванадцятипала кишка; г) товста кишка.

2. Укажіть речовини, які розщеплюються під дією ферментів слини: а) білки; б) жири; в) вуглеводи; г) сіль.

3. Укажіть відділ травної системи, що містить ворсинки: а) стравохід; б) шлунок; в) тонкий кишечник; г) товстий кишечник.

4. Укажіть складову зуба, що виконує функцію його живлення: а) дентин; б) цемент; в) емаль; г) пульпа.

5. Укажіть орган, у якому виробляється жовч: а) шлунок; б) дванадцятипала кишка; в) жовчний міхур; г) печінка.

6. Виберіть речовину, що входить до складу слини і сприяє загоєнню ран у ротовій порожнині: а) амілаза; б) мальтаза; в) лізоцим; г) муцин.

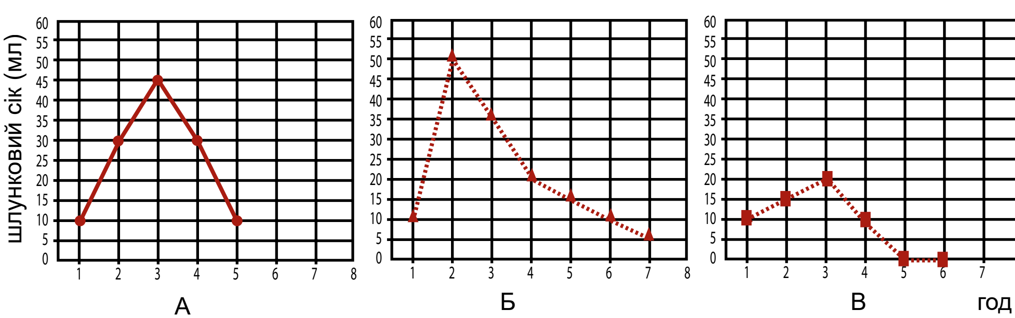
7. Назвіть орган травної системи, у який пережовану, змочену та частково розщеплену їжу проштовхує язик: а) глотка; б) стравохід; в) шлунок; г) дванадцятипала кишка.

8. Укажіть середовище, у якому діють ферменти шлункового соку: а) слабколужне; б) кисле; в) нейтральне; г) лужне.

9. Укажіть захворювання травної системи, спричинене вірусною інфекцією: а) ботулізм; б) хвороба Боткіна; в) холера; г) дизентерія.

10. Функція жовчі – це: а) розщеплення жирів; б) розщеплення білків; в) розщеплення вуглеводів; г) емульгація жирів.

11. ***Робота з графіком.*** Три графіки відображають виділення шлункового соку під час вживання: А – м’яса, Б – хліба, В – молока.



Розгляньте графіки та поясніть залежність між виділеним шлунковим соком і тривалістю його секреції після вживання їжі. Чим це пояснюється? Які продукти розщеплення переважають під час вживання м’яса і хліба?

12. ***Поміркуйте.*** Припустимо, що ви вранці на сніданок з’їли кашу з котлетою. У яких відділах травної системи і під впливом яких речовин відбудеться травлення її компонентів?

Тема 3

ДИХАННЯ

Атмосферне повітря неможливо побачити або відчути, але без нього людина не може прожити й 5 хвилин. Яка спеціальна система органів в організмі людини забезпечує процеси дихання?
Чому органи дихання називають *повітряними воротами* в наш організм? Як захистити органи дихання від шкідливих впливів зовнішнього середовища?



§13. ЗНАЧЕННЯ ДИХАННЯ ДЛЯ ІСНУВАННЯ ОРГАНІЗМУ. СИСТЕМА ОРГАНІВ ДИХАННЯ ЛЮДИНИ, ЇЇ БУДОВА ТА ФУНКЦІЇ

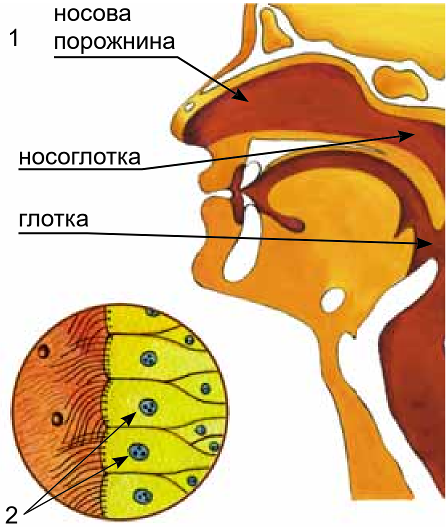
Пригадайте, що відбувається в процесі дихання рослин. Як дихають наземні хребетні тварини?

Яке значення дихання? Ви вже знаєте з попередніх розділів біології, що людина, як і наземні рослини та тварини, дихає атмосферним повітрям. Його запаси в організмі людини мають постійно поповнюватися, тому що вони обмежені об'ємом легень.

Термін «дихання» позначає три різних, пов'язаних один з одним процеси: *легеневу вентиляцію*; *обмін газів*, який відбувається між повітрям у легенях і кров'ю та між кров'ю й іншими тканинами тіла, та *тканинне дихання* – використання кисню клітинами для реакцій вивільнення енергії. У результаті цих процесів утворюється вуглекислий газ, що виводиться з організму. Легенева вентиляція – це механічні процеси, які забезпечують надходження повітря в легені та виведення його з легень через повітроносні шляхи.

Цілісний процес дихання умовно поділяють на зовнішнє та внутрішнє. ***Зовнішнє дихання*** – вентиляція легень (обмін газів між атмосферним повітрям і організмом), а ***внутрішнє дихання*** – обмін газів між кров'ю та тканинами і використання кисню клітинами, процеси окиснення органічних речовин у клітинах, унаслідок яких виділяється енергія.

Отже, **дихання** – це сукупність процесів, які забезпечують надходження в організм кисню, використання його для окиснення органічних речовин (білків, жирів, вуглеводів), також видалення з організму вуглекислого газу, що утворився під час реакцій окиснення. Так здійснюється газообмін між організмом людини і навколишнім середовищем.



Мал. 57. 1. Будова верхніх дихальних шляхів. 2. Миготливий, або війчастий, епітелій у дихальних шляхах. ***Завдання.*** *Розгляньте малюнок і назвіть складові верхніх дихальних шляхів*

Дихальна система людини складається з повітроносних шляхів і легень. Повітроносні шляхи – це система з'єднаних між собою порожнистих органів, якими рухається вдихуване та видихуване повітря. Повітроносні дихальні шляхи людини поділяють на верхні та нижні (мал. 57, 1).

Яка будова і які функції верхніх дихальних шляхів? Атмосферне повітря містить багато домішок (пил, шкідливі речовини, мікроорганізми тощо), які можуть зашкодити організму людини. Тому перед тим, як потрапити до легень, повітря долає один із захисних бар'єрів – верхні дихальні шляхи. Тут повітря зігрівається, зволожується, очищається, знешкоджуються хвороботворні організми. До **верхніх дихальних шляхів** належать носова порожнина, носоглотка та гортанна частина глотки (мал. 57, 1).

Носова порожнина сполучається з глоткою. Ця частина глотки має назву **носоглотка**. Стінки носової порожнини вкриті миготливим, або війчастим, епітелієм (мал. 57, 2), клітини якого виділяють ***слиз*** (*пригадайте, які є різновиди епітелію*). Він обволікає пил і прилиплі до нього мікроорганізми. Крім того, слиз постійно зволожує стінки носової порожнини, а отже, і повітря, яке проходить через неї. Війки миготливого епітелію рухаються різко і швидко в напрямку ніздрів і плавно та повільно до носоглотки. Завдяки цьому пил і мікроорганізми, які осіли на слизову оболонку, разом зі слизом, як на стрічці конвеєра, видаляються з дихальних шляхів. Слиз також містить речовини, що знешкоджують хвороботворні мікроорганізми.

Стінки носової порожнини мають густу сітку капілярів. Кров, яка тече по ній, зігріває (якщо температура довкілля низька) або охолоджує (якщо підвищена) вдихуване повітря до температури тіла.

Здоров'я людини. Дихати слід лише через ніс. Адже при цьому вдихуване повітря очищається від пилу, зволожується, частково знезаражується, у прохолодну погоду зігрівається, а в спекотну – охолоджується. Дихання ротом у холодну пору року часто стає причиною простудних та інших захворювань.

У слизовій оболонці верхньої частини носової порожнини (нюховій ділянці) містяться особливі ***нюхові рецептори*** (чутливі клітини), які сприймають різні запахи. Пил або речовини з різким запахом, потрапивши до носової порожнини, подразнюють ці рецептори і виникає захисний рефлекс – ***чхання***. Це різкий рефлекторний видих через ніздрі. Завдяки чханню з носової порожнини сильним потоком повітря видаляється надлишок

слизу з речовинами-подразниками і виводяться мікроорганізми. У носову порожнину відкривається носослізний канал.

ЗАПАМ'ЯТАЙТЕ! Під час чхання потрібно рот і ніс прикривати серветкою, щоб не стати джерелом поширення хвороботворних вірусів і бактерій.

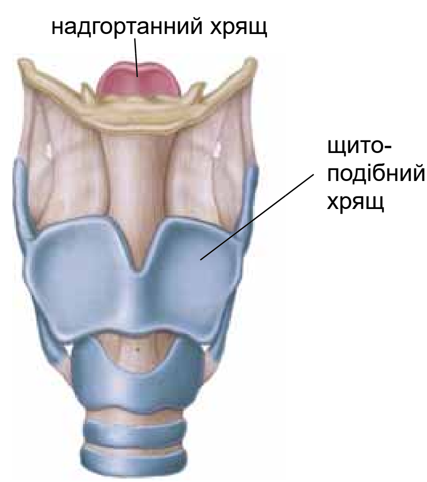
З носової порожнини повітря потрапляє в носоглотку, де є ***мигдалики***. Вони слугують захисним бар'єром дихальних шляхів. З носоглотки повітря потрапляє в **глотку**, у якій перетинаються дихальні й травні шляхи. Від глотки починаються дві трубки: дихальна (гортань) та травна (стравохід), розміщена позаду гортані.

Яка будова і які функції нижніх дихальних шляхів? До **нижніх дихальних шляхів** належать гортань, трахея та бронхи. **Гортань** має лійкоподібну форму. Її стінки утворені кількома хрящами, які з'єднані між собою м'язами та зв'язками (мал. 58). Найбільший хрящ гортані – ***щитоподібний***. Він складається з двох пластинок, які спереду з'єднуються між собою під кутом. У чоловіків, на відміну від жінок, цей кут досить гострий, тому в них на шиї добре помітне підвищення – *кадик,* або, як його ще називають, *адамове яблуко*. У верхній частині гортані розташований ***надгортанний хрящ***. Це пластинка листкоподібної форми, яка під час ковтання їжі закриває вхід до гортані, запобігаючи потраплянню сторонніх часток до повітроносних шляхів. Завдяки цьому повітря потрапляє лише в гортань, а їжа – лише у стравохід.

Порожнина гортані вистелена слизовою оболонкою і містить рецептори. У разі випадкового подразнення їх шматочками їжі, різними твердими або рідкими речовинами та газовими сумішами, а також унаслідок запальних процесів виникає захисний дихальний рефлекс – ***кашель***. Це різкий рефлекторний видих через рот. Завдяки кашлю порожнина гортані очищається від сторонніх часток, що дає змогу захистити інші органи дихання.

ЗАПАМ'ЯТАЙТЕ! Під час споживання їжі не слід розмовляти, сміятися та робити різкі рухи. Це може призвести до потрапляння їжі до гортані, що спричинить сильний кашель. В окремих випадках потрапляння їжі до дихальних шляхів може спричинити задуху. Під час кашлю рот потрібно прикривати серветкою, щоб не стати джерелом поширення збудників інфекції.

Гортань – це особлива частина повітроносних шляхів. Крім проведення повітря, вона бере участь у голосоутворенні. У просвіті гортані (в її середній частині) розташований голосовий апарат, основу якого складають ***голосові зв'язки*** та ***голосові м'язи*** (мал. 59).



Мал. 58. Будова гортані. ***Завдання.*** *Користуючись текстом і малюнком, охарактеризуйте функцію надгортанного хряща*



Мал. 59. Будова і розташування голосових зв'язок

Голосові зв'язки утворені паралельно розташованими еластичними волокнами, між якими є ***голосова щілина***. Залежно від ступеня натягу голосових зв'язок ширина щілини змінюється. Коли через голосову щілину проходить видихуване повітря, натягнуті голосові зв'язки починають коливатися, створюючи звук (***голос***). Що сильніше натягнуті голосові зв'язки, то вищим є утворюваний звук. Гучність звуку при цьому визначається силою, з якою видихається повітря з легень. Коли людина мовчить, голосові зв'язки розходяться, голосова щілина набуває вигляду рівнобедреного трикутника. Голосові зв'язки можуть робити від 80 до 10 000 коливань за секунду.

ЦІКАВО ЗНАТИ! Висота голосу людини залежить від довжини голосових зв'язок. У жінок голосові зв'язки коротші, ніж у чоловіків, тому жіночий голос завжди вищий. Відтінки голосу залежать від резонаторів, роль яких виконують порожнини рота, носа, носоглотки, глотки.

У формуванні різних звуків, а особливо звуків мови, беруть участь язик, піднебіння, губи, зуби, щоки, нижня щелепа.

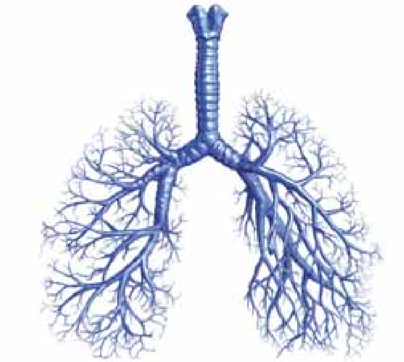
Голос людини здатний змінюватися з віком, що пов'язано з перебудовою голосового апарату. Критичним для розвитку голосового апарату є період статевого дозрівання. У цей період голос «ламається». Голосовий апарат стає дуже вразливим до будь-яких негативних впливів.

ЗАПАМ'ЯТАЙТЕ! Перенапруження голосових зв'язок, а також запальні процеси в горлі змінюють голос, який може стати хрипким і глухим. Дуже шкідливо на голосові зв'язки впливає тютюнокуріння та вживання алкоголю. Якщо виникли проблеми з голосом або ж він зник, потрібно негайно звернутись до лікаря.

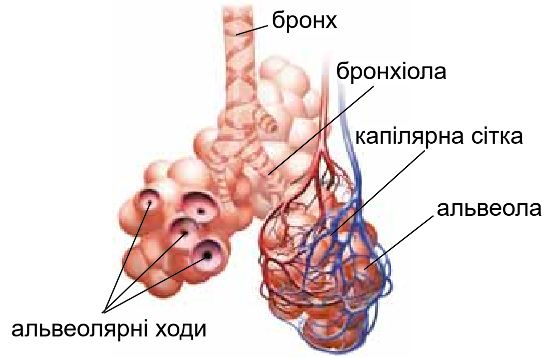
З гортані повітря потрапляє в наступний відділ повітроносних шляхів – трахею.

Трахея – дихальна трубка, що побудована з хрящових півкілець, з'єднаних між собою зв'язками. Задня стінка трахеї (де немає хрящових півкілець) прилягає до стравоходу. Вона утворена непосмугованими (гладенькими) м'язами. Така будова трахеї не заважає проходженню їжі по стравоходу та повітря до легень. При цьому задня стінка прогинається всередину трахеї, а їжа не застрягає у стравоході. Внутрішня поверхня трахеї вистелена залозистим і миготливим епітелієм. Їхня роль і значення такі самі, як і епітелію носової порожнини та гортані. Залозистий епітелій виділяє слиз, який зволожує стінки трахеї, знешкоджує хвороботворні мікроорганізми, а миготливий епітелій проштовхує слиз.

У верхній частині грудної порожнини трахея розгалужується на два бронхи – правий і лівий.



Мал. 60. Бронхіальне дерево: система розгалужень бронхів



Мал. 61. Будова альвеол

Бронхи – частина повітроносних шляхів, які, відгалужуючись від трахеї, заходять до легень. Вони складаються з хрящових кілець, які запобігають закриттю їхнього просвіту. Внутрішня поверхня бронхів подібно до стінок усіх відділів повітроносних шляхів вкрита одношаровим миготливим (війчастим) епітелієм. Заходячи в легені, бронхи багаторазово галузяться на дрібніші бронхи, які врешті переходять у найдрібніші кінцеві трубочки – ***бронхіоли***. Усю систему розгалуження бронхів називають ***бронхіальним деревом*** (мал. 60).

Бронхіоли переходять в альвеолярні ходи, що закінчуються легеневими пухирцями – ***альвеолами***. Їхні тонкі стінки вкриті густою сіткою кровоносних капілярів (мал. 61). Стінки альвеол утворені одношаровим епітелієм, а їхня порожнина заповнена повітрям.

Яка будова і які функції легень? **Легені** – парні органи. Права легеня більша за ліву, тому що ліва легеня має заглиблення – так звану серцеву виїмку. Права легеня складається з трьох часток, а ліва – з двох (мал. 62). Кожна легеня має конусоподібну форму: звужену верхівку та розширену основу, що прилягає до діафрагми. На внутрішній (оберненій до серця) поверхні обох легень є ***ворота легень***, через які нерви, бронхи та легенева артерія входять у легеню.

Ззовні кожна легеня вкрита тоненькою щільною сполучнотканинною оболонкою – *легеневою плеврою*. Вона складається з двох листків – внутрішнього (*легеневого*) і зовнішнього (*пристінкового*). Внутрішній листок плеври вкриває саму легеню з усіх боків і зрощений з її поверхнею, а зовнішній листок зрощений зі стінками грудної порожнини.

Між внутрішнім та зовнішнім листками плеври є щілина – *плевральна порожнина*. Вона містить 1–2 мл рідини, що зменшує тертя листків один об одного під час дихальних рухів. У порожнині плеври в нормі ніколи немає повітря,



Мал. 62. Легені. ***Завдання.*** *Користуючись малюнком, назвіть складові дихальної системи*

а тиск дещо нижчий за атмосферний. Це надзвичайно важливо для нормальної роботи легень, бо сприяє дихальним рухам.

Як ви пригадуєте, дрібні розгалуження бронхів продовжуються у вузенькі трубки, на стінках яких розміщені численні легеневі альвеоли. Альвеоли зібрані у групи, тому мають вигляд грон винограду. У легенях дорослої людини міститься 500–700 млн альвеол. Завдяки цьому загальна площа дихальної поверхні легень становить понад 100 $м^2$, що в 50 разів перевищує площу поверхні тіла людини. Тому кров швидко вбирає крізь їхні стінки кисень і віддає вуглекислий газ.

Крім газообміну, легені разом з клітинами крові беруть участь у здійсненні захисних реакцій організму, оскільки в тканині легень міститься велика кількість особливих клітин, здатних знешкоджувати хвороботворні мікроорганізми. Легені забезпечують і *видільну функцію*, бо через них видаляються назовні водяна пара та деякі газоподібні продукти обміну (наприклад, вуглекислий газ).

✿ *Ключові терміни і поняття:* **внутрішнє та зовнішнє дихання, повітроносні шляхи, носова порожнина, носоглотка, гортань, трахея, бронхи, легені, альвеоли.**

УЗАГАЛЬНИМО ЗНАННЯ

- Органи дихання забезпечують газообмін між організмом і зовнішнім середовищем. Процеси дихання поділяють на зовнішнє та внутрішнє дихання. Зовнішнє дихання – це обмін газів між атмосферним повітрям і організмом, а внутрішнє – обмін газів між кров'ю та тканинами і використання кисню клітинами, унаслідок чого виділяється енергія.
- Дихальна система складається з повітроносних шляхів: верхніх (носова порожнина, носоглотка, глотка), нижніх (гортань, трахея, бронхи) – та легень. У легенях через стінки альвеол відбувається газообмін між повітрям і кров'ю.

ПЕРЕВІРТЕ ТА ЗАСТОСУЙТЕ ЗДОБУТІ ЗНАННЯ

Дайте відповідь на запитання

1. Що таке верхні та нижні дихальні шляхи? 2. Яка будова носової порожнини? Які функції вона виконує? 3. Чому треба дихати через ніс? 4. Що таке носоглотка та ротоглотка? 5. Яка будова та які функції гортані? 6. Як побудований голосовий апарат людини? Яке його призначення? Чому не можна перенапружувати голосові зв'язки? 7. Яка будова та які функції трахеї? 9. Що собою становлять бронхи та альвеоли?

Виберіть одну правильну відповідь

1. Виберіть функції носової порожнини: а) вдихуване повітря зволожується; б) вдихуване повітря збагачується киснем; в) вдихуване повітря збагачується вуглекислим газом; г) у носовій порожнині кров збагачується киснем.
2. Позначте орган, у якому перетинаються дихальні й травні шляхи: а) носова порожнина; б) глотка; в) гортань; г) бронхи.
3. Укажіть орган, у якому розміщені голосові зв'язки: а) трахея; б) глотка; в) гортань; г) бронхи.

Установіть правильну послідовність проходження повітря по повітроносних шляхах: а) глотка; б) носова порожнина; в) трахея; г) гортань; д) бронхи.

ОБГОВОРІТЬ У ГРУПАХ. I група. Які особливості будови верхніх дихальних шляхів забезпечують видільну і захисну функції? II група. Які особливості будови

нижніх дихальних шляхів забезпечують захисну й голосоутворювальну функції? III група. Які особливості будови легень?

ПОМІРКУЙТЕ. Чому в будові трахеї та бронхів переважає хрящова тканина?

ТВОРЧЕ ЗАВДАННЯ. Поясніть пристосування органів травлення і дихання, які не дають їжі потрапити до гортані. Яких правил поведінки під час вживання їжі потрібно дотримуватися, щоб уникнути потрапляння її в гортань?

§ 14. ПРОЦЕСИ ГАЗООБМІНУ В ЛЕГЕНЯХ І ТКАНИНАХ

Пригадайте будову кровоносної системи ссавців. Які кровоносні судини називають венами, а які – артеріями? Що таке мале та велике кола кровообігу, артеріальна й венозна кров? Які ви знаєте закони дифузії? Що таке гомеостаз?

Як відбувається обмін газів у легенях? Ви вже знаєте, що основна функція легень – це забезпечення газообміну між атмосферним повітрям і кров'ю. Під час вдиху атмосферне повітря надходить до легень і в альвеолах змішується з повітрям, яке залишилося в них після видиху.

По артеріях малого кола кровообігу венозна кров потрапляє в легені (*пригадайте, який шлях проходить кров по малому колу кровообігу у ссавців*). У венозній крові міститься значний відсоток вуглекислого газу. Через стінки капілярів та альвеол відбувається газообмін між повітрям, яке міститься в альвеолах (***альвеолярне повітря***), та кров'ю: вона віддає вуглекислий газ і отримує кисень, тобто перетворюється на артеріальну. Артеріальна кров виходить з легень через легеневі вени та прямує до серця.

АКТИВІЗУЙТЕ СВОЇ ЗНАННЯ

Пригадайте: атмосферне повітря є сумішшю різних газів, але основними його складовими є кисень, вуглекислий газ та азот. Кожному з них у цій газовій суміші припадає певна частка, яка точно таку саму частку складає в загальному атмосферному тиску. Вимірюють цю частку тиску в міліметрах ртутного стовпчика (скорочено мм рт. ст.). Наприклад, оскільки в повітрі 20,9 % кисню, то тиск кисню в загальному атмосферному – 153 мм рт. ст., бо саме стільки становлять 20,9 % від 760 мм рт. ст. (*пригадайте, що таку величину має атмосферний тиск за нормальних умов і про що ми дізнаємося з прогнозів погоди*). Концентрація газів у рідинах характеризується терміном ***напруження***. Він означає, з якою силою розчинений газ намагається залишити рідину.

У повітрі, яке вдихає людина, кисню значно більше, ніж у венозній крові. Оскільки тиск кисню в альвеолярному повітрі більший (102 мм рт. ст.), ніж у венозній крові (40 мм рт. ст.), то згідно з основним законом дифузії кисень з альвеолярного повітря потрапляє крізь стінки альвеол та стінки капілярів у кров.

Дифузія – це проникнення газоподібної чи розчиненої речовини в іншу при їхньому безпосередньому стиканні або через проникну для них перетинку (наприклад, клітинну мембрану) за наявності різниці тиску або напруження між ними. Основним законом дифузії є те, що такий рух відбувається із середовища з більшим тиском у середовище з меншим тиском. Напрямок і швидкість дифузії визначаються парціальним тиском.

Вуглекислий газ переходить в альвеолярне повітря завдяки різниці між його напруженням у венозній крові (47 мм рт. ст.) і тиском в альвеолярному повітрі (40 мм рт. ст.). Як бачимо, ця різниця незначна, однак оскільки швидкість дифузії вуглекислого газу з крові приблизно у 25 разів більша, ніж кисню, то й цього достатньо для переходу вуглекислого газу з крові в альвеолярне повітря.

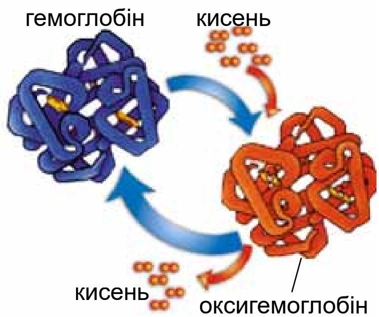
ЦІКАВО ЗНАТИ! Щоб уявити масштаби газообміну, який відбувається в легенях, слід пам'ятати, що за добу в кожної людини за умов найбільшого спокою з альвеолярного повітря в кров надходить близько 500 л кисню, а з видихуваним повітрям виділяється близько 450 л вуглекислого газу. Зрозуміло, що за напруженої діяльності організму ці показники різко зростають.

Отже, завдяки інтенсивному обміну газів у легенях, тобто безперервному надходженню кисню та видаленню вуглекислого газу, склад альвеолярного повітря сталий, що має велике значення для підтримання гомеостазу.

Як відбувається газообмін у тканинах? Збагачена киснем артеріальна кров по великому колу кровообігу від серця надходить у капіляри, розміщені у всіх тканинах. Тут артеріальна кров перетворюється на венозну (позбавлену кисню і збагачену вуглекислим газом). Вона повертається до серця, а звідти – до легень. Таке переміщення газів з кровообігом має назву ***транспорт газів кров'ю***. Значна частина кисню і вуглекислого газу переноситься у хімічно зв'язаному стані з білком гемоглобіном, який міститься в еритроцитах (1 г гемоглобіну зв'язує 1,34 мл кисню). Кров постачає до тканин кисень у вигляді окисненого гемоглобіну (оксигемоглобіну HbO_2) – нестійкої сполуки, яка легко розпадається і вивільняє кисень (мал. 63).

Газообмін у тканинах також відбувається за основним законом дифузії. Кисень з капілярів, де його концентрація більша, переходить у тканинну рідину з меншою концентрацією цього газу, а з неї – у клітини. Вуглекислий газ, навпаки, переходить з клітин у міжклітинну рідину, а з неї – у кров. Як це відбувається? В артеріальній крові капілярів уміст кисню більший, ніж у клітинах. Завдяки дифузії кисень через стінки капілярів легко переходить у тканинну рідину, з якої проникає в клітини. Там він відразу вступає в реакції окиснення органічних речовин (білків, жирів, вуглеводів).

Унаслідок процесів окиснення у клітинах збільшується вміст вуглекислого газу. Він так само завдяки дифузії з клітин через тканинну рідину надходить у капіляри, у яких частина (близько 25 %) вуглекислого газу зв'язується з гемоглобіном, утворюючи нестійку сполуку (*карбгемоглобін*). Так артеріальна кров перетворюється на венозну, яка по венах великого кола кровообігу надходить до серця, звідти – до легень. У легенях карбгемоглобін розпадається, вуглекислий газ вивільняється і виводиться з організму.



Мал. 63. Молекула гемоглобіну здатна приєднувати та віддавати кисень

Решта (близько 75 %) вуглекислого газу зв'язується з плазмою крові, утворюючи карбонатну кислоту (H_2CO_3).

Чи змінюється склад повітря в легенях? Ви пам'ятаєте, що до складу атмосферного

повітря входить майже 21 % кисню, близько 79 % азоту, приблизно 0,03 % вуглекислого газу, невелика кількість водяної пари та інертних газів. Саме такий склад ***вдихуваного повітря***, яке надходить до нашого організму. Завдяки змінам частоти і глибини дихання в альвеолах підтримується відносно стабільний склад газів. Повітря, яке видихається, називають ***видихуваним***. Його склад порівняно з вдихуваним інший: кількість у ньому кисню знижується, а вуглекислого газу збільшується (*див. таблицю 5*).

Таблиця 5

Склад атмосферного повітря та повітря після видиху

Повітря	Вміст газів (%)		
	кисень	вуглекислий газ	азот, вода, інертні гази
Вдихуване (атмосферне)	21,00	0,03	79,03
Альвеолярне	14,40	5,20	80,60
Видихуване	16,30	4,00	79,70

Завдання. *Порівняйте склад вдихуваного та альвеолярного; вдихуваного та видихуваного повітря; видихуваного та альвеолярного. Поясніть, чому змінюється їхній вміст. За рахунок чого підтримується відносно сталий склад альвеолярного повітря? Яке це має значення для організму?*

Чистота атмосферного повітря має важливе значення для здоров'я людини. У зв'язку з розвитком промисловості і транспорту атмосферне повітря забруднюється. Шкідливим забруднювачем повітря є тютюновий дим.

Здоров'я людини. Намагайтеся не забруднювати свої органи дихання тютюновим димом. Для постачання органів дихання киснем частіше гуляйте на свіжому повітрі: у лісі, скверах, парках тощо. Якщо доводиться якийсь час перебувати в запиленому приміщенні, захищайте свої органи дихання за допомогою респіраторів.

Дихання залежить від парціального тиску кисню в атмосфері. Це добре знають альпіністи й аквалангісти. Альпіністи, піднімаючись на висоту, відчувають зміни в самопочутті: дихання стає поверхневим, періодично переривається; через зменшення концентрації кисню в крові виникає потреба дихати частіше. Так виникає гіпоксія (кисневе голодання), що супроводжується задухою. Можлива кровотеча з носа, запаморочення, нудота, серцева недостатність тощо. Це ознаки ***гірської (висотної) хвороби***.

Аквалангісти, опускаючись на кожні 10 м в глибину, відчувають зміну тиску середовища, який зростає на 1 атм. Також змінюється їхнє самопочуття: у крові і тканинах збільшується парціальний тиск кисню і розчиняється азот. Наслідками отруєння киснем є судоми, галюцинації. Щоб цього не сталося, потрібно азот у газовій суміші замінити на гелій і зменшити концентрацію кисню. Якщо аквалангіста підняти швидко, азот «закипає» (пухирці його закупорюють судини і розривають тканини) та настає параліч рук і ніг, загальна слабкість. Тому аквалангіста потрібно піднімати з глибини повільно. За таких умов надлишок газу виводиться без утворення пухирців.

✿ *Ключові терміни і поняття:* **газообмін, вдихуване, альвеолярне та видихуване повітря.**

УЗАГАЛЬНИМО ЗНАННЯ

- Дихання – сукупність процесів, які забезпечують надходження в організм кисню, окиснення органічних сполук з вивільненням необхідної для життєдіяльності енергії, виведення з організму вуглекислого газу. Воно відбувається за допомогою дифузії газів з атмосферного повітря в кров, транспорту їх кров'ю та газообміну в тканинах. Видихуване повітря містить значно менше кисню і значно більше вуглекислого газу, ніж атмосферне.

ПЕРЕВІРТЕ ТА ЗАСТОСУЙТЕ ЗДОБУТІ ЗНАННЯ

Дайте відповідь на запитання

1. Що таке дихання? Яке значення дихання для забезпечення процесів життєдіяльності організму? 2. Що таке дифузія і яке її значення в газообміні організму людини? 3. Чим відрізняються вміст кисню та вуглекислого газу в артеріальній і венозній крові? 4. Завдяки чому кисень з альвеолярного повітря надходить у кров, що циркулює по капілярах альвеол? 5. Як відрізняється склад газів у вдихуваному та видихуваному повітрі?

Виберіть одну правильну відповідь

1. Визначте, де вищий уміст кисню: а) у вдихуваному повітрі; б) у видихуваному повітрі; в) в альвеолярному повітрі.

2. Визначте відсоток вуглекислого газу, який здатний зв'язувати гемоглобін: а) 10 %; б) 25 %; в) 45 %; г) 75 %.

Установіть правильну послідовність процесів, за яких кров насичується киснем: а) людина вдихає атмосферне повітря; б) кисень з альвеолярного повітря переходить у кров; в) у легенях атмосферне повітря змішується з альвеолярним; г) повітря по повітроносних шляхах потрапляє в альвеоли; д) кисень сполучається з гемоглобіном і кров стає артеріальною.

Розв'яжіть задачу. Під час спокійного вдиху дорослої людини до легенів надходить близько 500 мл повітря. У вдихуваному повітрі міститься приблизно 21 % кисню, а видихуваному – 16 %. Визначте, скільки кисню при цьому споживає організм людини. Виберіть правильну відповідь: а) 20 мл; б) 25 мл; в) 30 мл; г) 35 мл.

ОБГОВОРІТЬ У ГРУПАХ. Охарактеризуйте основні етапи газообміну в організмі людини. Порівняйте склад вдихуваного, альвеолярного та видихуваного повітря. Поясніть значення дотримання чистоти повітря.

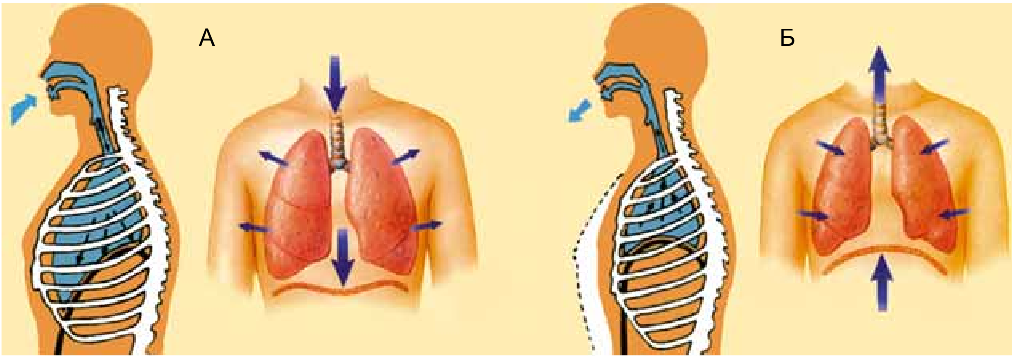
ПОМІРКУЙТЕ. 1. Чому в повітрі альвеол кисню завжди помітно менше, ніж в атмосфері? 2. Поясніть значення провітрювання класних кімнат після кожного уроку.

§15. ДИХАЛЬНІ РУХИ. НЕЙРОГУМОРАЛЬНА РЕГУЛЯЦІЯ ДИХАЛЬНИХ РУХІВ

Пригадайте *з курсу фізики* залежність об'єму порожнин від тиску. Що таке діафрагма? Яка будова головного мозку ссавців?

Ви вже знаєте, що основною функцією легень є обмін газів між повітрям альвеол і кров'ю. Газообмін у легенях можливий завдяки дихальним рухам – вдиху і видиху, які разом складають ***дихальний цикл***.

Як здійснюються дихальні рухи? Легені не мають власних м'язів, тому вдих і видих здійснюються за рахунок ***дихальних рухів:*** скорочення або розслаблення дихальних м'язів, які змінюють об'єм грудної порожнини (мал. 64). У здійсненні дихальних рухів насамперед беруть участь міжреберні м'язи та діафрагма, меншою мірою – деякі м'язи плечового пояса,



Мал. 64. Дихальні рухи: А – під час вдиху; Б – під час видиху. ***Завдання.*** *Поясніть, що відбувається з легенями, діафрагмою та грудною кліткою під час вдиху та видиху*

шиї, спини та черевного преса. Оскільки тиск у плевральній порожнині менший, ніж тиск у легенях, легені повторюють форму грудної порожнини, що змінюється внаслідок рухів діафрагми.

Під час вдиху скорочуються ***зовнішні міжреберні м'язи***, які підіймають ребра та відводять їх убік. Скорочення м'язів діафрагми змінюють її форму зі склепінчастої на пласку. За рахунок цього об'єм грудної порожнини збільшується і тиск у легенях стає нижчий за атмосферний. Унаслідок цього повітря надходить через повітроносні шляхи до альвеол легень.

У стані спокою видих відбувається пасивно через розслаблення зовнішніх міжреберних м'язів і м'язів діафрагми. При цьому ребра опускаються за рахунок власної ваги. Діафрагму відтискають догори еластичні внутрішні органи черевної порожнини, які у свою чергу були відтиснуті донизу під час вдиху. Під час ***глибокого (активного) видиху***, крім розслаблення зовнішніх міжреберних м'язів і м'язів діафрагми, скорочуються ***внутрішні міжреберні м'язи*** та м'язи черевного преса. Внутрішні міжреберні м'язи активно опускають ребра, а м'язи черевного преса, скорочуючись, відтискають діафрагму вгору. Унаслідок цього об'єм грудної порожнини значно зменшується, тиск у ній стає вищий за атмосферний, і повітря витискається з легень у повітроносні шляхи, а звідти – назовні. Додаткові групи м'язів можуть бути задіяні в дихальних рухах у разі надмірних фізичних навантажень.

У стані спокою людина здійснює 16–20 дихальних рухів за хвилину. Під час занять спортом, важкої фізичної праці, а також у разі деяких захворювань частота дихальних рухів значно зростає.

Для кількісної оцінки функціонального стану легень людини вимірюють так звані **легеневі об'єми**.

Що таке легеневі об'єми та життєва ємність легень? Під час кожного дихального циклу повітря в легенях оновлюється. Цей процес називають ***легеневою вентиляцією***. Кількісним показником її є ***хвилинний об'єм дихання*** – об'єм повітря, яке вдихається і видихається за хвилину. Його розраховують як добуток об'єму повітря, вдихуваного за один раз, на число дихальних рухів за 1 хвилину. У стані спокою в дорослої людини хвилинний об'єм становить приблизно 7 л, а за посиленої роботи може сягати 50–160 л. Отже, легенева вентиляція залежить від об'єму вдихуваного повітря та частоти дихальних рухів.

Для характеристики легеневої вентиляції в стані спокою використовують такий показник, як ***дихальний об'єм***. Це кількість повітря, яку вдихає і видихає людина у стані спокою. У середньому він становить 0,5 л. Важливо знати, що із цієї кількості тільки приблизно 0,35 л повітря потрапляє до альвеол, а 0,15 л затримується в порожнинах повітроносних шляхів (носа, носоглотки, гортані, трахеї, бронхів) та участі в газообміні не бере.

Після будь-якого спокійного вдиху людина здатна додатково вдихнути (глибокий вдих) ще 1–2 л повітря. Таке додатково вдихнуте повітря називають ***резервним об'ємом вдиху***. Так само після звичайного видиху можна додатково видихнути ще приблизно 1,5 л повітря, тому його називають ***резервним об'ємом видиху***. Найважливішим показником, який найбільш повно характеризує стан дихальної системи людини, є кількість повітря, яку можна видихнути після максимального вдиху. Саме його називають ***життєвою ємністю легень***.

Отже, життєва ємність легень – це сума дихального об'єму та резервних об'ємів вдиху і видиху. У чоловіків цей показник коливається в межах 3,5–5 л, у жінок – 3–3,5 л. У тренованих осіб він може збільшуватись до 6–7 л. Ось чому в них не виникає задишки під час фізичних навантажень. Велика кількість повітря, яке надходить під час вдиху до легень, здатна повністю забезпечити організм киснем. У нетренованих людей під час фізичного навантаження підвищені потреби в кисні забезпечуються переважно за рахунок зростання частоти дихання.

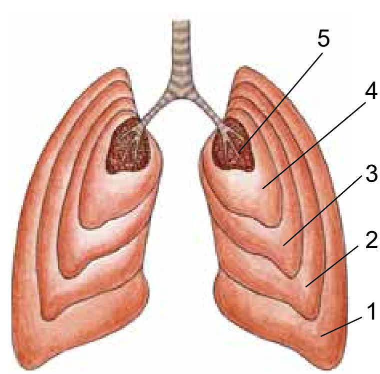
Життєву ємність легень людини визначають за допомогою особливого приладу – ***спірометра*** (мал. 65).

Слід пам'ятати і те, що навіть після максимального видиху в легенях залишається ще 1–1,5 л повітря (***залишковий об'єм***). Це пов'язано з тим, що легені повністю ніколи не спадаються, бо у плевральній порожнині навіть під час максимального видиху тиск залишається нижчим від атмосферного.

Життєва ємність легень і залишковий об'єм у сумі становлять ***загальну ємність легень*** – кількість повітря, яке міститься в легенях після максимального вдиху (мал. 66).



Мал. 65. Спірометр: прилад, за допомогою якого визначають життєву ємність легень людини



Мал. 66. Загальна ємність легень: 1 – глибокий вдих; 2 – спокійний вдих; 3 – спокійний видих; 4 – глибокий видих; 5 – залишковий об'єм

Здоров'я людини. Життєва ємність легень – один з основних показників фізичного розвитку людини, який залежить від стану дихальних м'язів. Щоб збільшити життєву ємність легень, потрібно щодня тренувати дихальні м'язи і всю скелетну мускулатуру. Під час м'язової роботи вентиляція легень підвищується не тільки від прискорення частоти дихальних рухів, а й унаслідок збільшення їхньої глибини. Тому потрібно щодня займатися фізичною працею, фізкультурою, спортом (веслуванням, плаванням, гімнастикою, бігом тощо).

Як відбувається нервова регуляція дихання? Вдих і видих, як ми вже знаємо, спричиняються скороченням і розслабленням дихальних м'язів у відповідь на нервові імпульси, які надходять від нервових центрів спинного мозку. У свою чергу активність цих центрів контролюється нейронами, розташованими в ***дихальному центрі*** (міститься в одному з відділів головного мозку людини – довгастому), та нейронами, розташованими в корі півкуль головного мозку. Діяльність дихального центру забезпечує автоматичні дихальні рухи. Дихальний центр працює навіть тоді, коли ви засинаєте. Завдяки впливам нервових центрів, розташованих у корі головного мозку, людина здатна довільно керувати дихальними рухами.

Дихальний центр забезпечує ритмічну діяльність дихальних м'язів за рахунок взаємодії між собою скупчень двох типів нейронів: ***нейронів вдиху*** і ***нейронів видиху***. Їх ще називають *центрами вдиху* та *видиху*. Нейрони вдиху збуджуються перед початком вдиху, а нейрони видиху – перед початком видиху (*див. таблицю 6*).

Таблиця 6

Стан органів і зміни в них під час вдиху і видиху

Стан органів	Вдих	Видих
Головний мозок	Центр вдиху збуджується (збудження через спинний мозок надходить до міжреберних м'язів і діафрагми), центр видиху гальмується	Центр вдиху гальмується, а центр видиху збуджується і «надає команду» міжреберним м'язам та діафрагмі
Зовнішні міжреберні дихальні м'язи	Скорочуються і піднімають ребра та грудну клітку вгору	Розслаблюються, ребра і грудна клітка опускаються донизу
Діафрагма	Купол діафрагми опускається донизу	Купол діафрагми піднімається догори
Об'єм грудної порожнини	Збільшується	Зменшується
Легені	Розтягуються	Спадаються
Результат. Тиск у грудній порожнині, легенях, альвеолах і бронхах	Зменшується порівняно з атмосферним. Легені заповнюються повітрям	Збільшується порівняно з атмосферним. Повітря виштовхується з альвеол і легень та виводиться по повітроносних шляхах назовні

Завдання. *Користуючись таблицею 6, поясніть стан органів і зміни в них під час вдиху і видиху.*

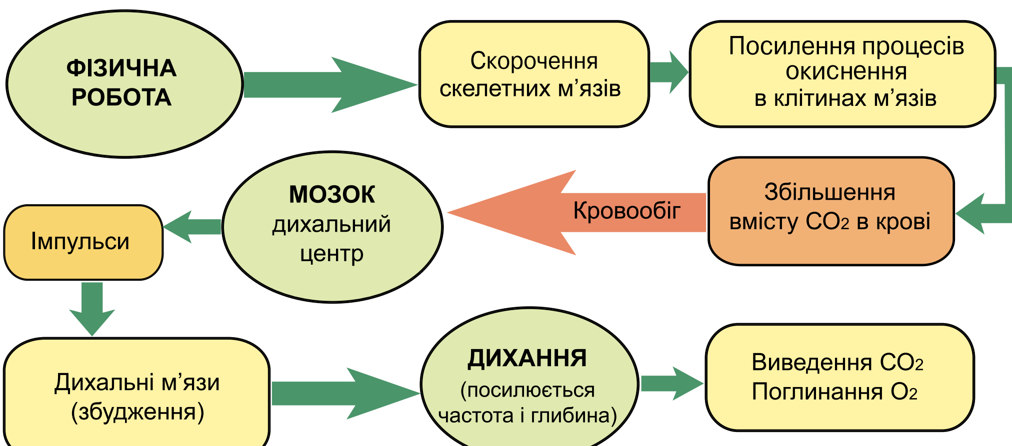
Дихальні рухи регулюються також завдяки рецепторам, розташованим у самих легенях. Ці рецептори збуджуються під час вдиху.

ЦІКАВО ЗНАТИ! Збудження і гальмування дихального центру, і відповідно прискорення чи уповільнення дихання і навіть його зупинку, можуть спричинити імпульси, які надходять до нього з різних органів чуття (нюху, зору, смаку тощо), а також внутрішніх органів (печінки, селезінки, нирок, шлунково-кишкового тракту тощо). Порушення функцій цих органів, наприклад їхнє запалення, може супроводжуватися зміною ритму і глибини дихання. Підвищена температура і біль збільшують частоту дихання. Крім того, на дихальний центр впливають також емоції – радість, страх тощо.

Активність дихального центру значною мірою визначається подразненням рецепторів, які контролюють хімічний склад крові – вміст газів у крові. Таким чином, крім нервової, існує і гуморальна регуляція процесів дихання.

Як відбувається гуморальна регуляція процесів дихання? Основною функцією діяльності дихальної системи є забезпечення організму киснем, але гуморальна регуляція дихання переважно ґрунтується на змінах вмісту в крові вуглекислого газу. Зростання в крові кількості вуглекислого газу активує рецептори, розташовані в стінці судин, що живлять мозок. Наслідком такого подразнення є посилення активності дихального центру довгастого мозку і відповідно зростання частоти і глибини дихання.

Підвищення концентрації вуглекислого газу в крові, яка надходить до головного мозку, здатне збуджувати дихальний центр безпосередньо. Це теж сприяє збільшенню частоти та глибини дихання, яке триває доти, доки концентрація вуглекислого газу не знизиться до норми. Так, на уроках фізкультури, виконуючи певні фізичні вправи, ви відчуваєте, як збільшується частота й глибина дихання. Це відбувається тому, що під час фізичних навантажень посилюється робота скелетних м'язів, а це спричинює процеси окиснення в їхніх клітинах, а відповідно й збільшення вуглекислого газу в крові. Кров з надлишком вуглекислого газу надходить до дихального центру і спричинює його збудження, яке передається до дихальних м'язів. Людина починає дихати глибше, і це зумовлює виведення надлишку вуглекислого газу та поповнення вмісту кисню (мал. 67).



Мал. 67. Регуляція дихальних рухів. ***Завдання.*** *Поясніть, як змінюються дихальні рухи під час бігу*

ЦІКАВО ЗНАТИ! У момент народження, коли дитина припиняє отримувати кисень через плаценту від організму матері, в її крові різко зростає вміст вуглекислого газу. Це збуджує дихальний центр, від якого нервові імпульси надходять до рухових спинномозкових нейронів зовнішніх міжреберних м'язів і діафрагми. Дитина самостійно робить перший вдих – починається дихальний цикл.

Дихальний центр також збуджує гормон *адреналін*, який виробляють надниркові залози (детальніше про діяльність ендокринної системи дізнаєтеся у § 55). Оскільки цей гормон посилено виділяється за будь-якого хвилювання, то зрозумілим стає, чому саме за таких умов ми дихаємо глибоко й часто.

✿ *Ключові терміни і поняття:* **вдих, видих, дихальний центр, життєва ємність легенів.**

УЗАГАЛЬНИМО ЗНАННЯ

- Завдяки дихальним рухам (вдих і видих) повітря в легенях постійно оновлюється. Дихальні рухи регулює дихальний центр, розташований у довгастому мозку. Його діяльність відбувається під контролем півкуль великого мозку. Частота та глибина дихальних рухів залежить від концентрації вуглекислого газу в крові.
- Вентиляцію легень забезпечують дихальні рухи, які в стані спокою спричиняють скорочення та розслаблення міжреберних м'язів і м'язів діафрагми, а за умов фізичного напруження – й інших м'язів. Дихальний цикл складається з послідовних фаз вдиху та видиху, під час яких змінюється об'єм грудної порожнини.
- Життєва ємність легень – кількість повітря, яку можна видихнути після максимального вдиху, – є показником фізичного розвитку людини.

ПЕРЕВІРТЕ ТА ЗАСТОСУЙТЕ ЗДОБУТІ ЗНАННЯ

Дайте відповідь на запитання

1. Що таке дихальний цикл? З яких фаз він складається? 2. Який механізм вдиху та видиху? 3. Скільки дихальних рухів здійснює людина в спокійному стані за хвилину? 4. Де міститься дихальний центр? 5. У чому полягає рефлекторний принцип роботи дихального центру? 6. Завдяки чому людина може свідомо управляти дихальними рухами? 7. Як здійснюється гуморальна регуляція процесів дихання?

Виберіть одну правильну відповідь

1. Укажіть м'язи, які забезпечують глибокий видих: а) зовнішні міжреберні м'язи; б) внутрішні міжреберні м'язи; в) м'язи діафрагми; г) м'язи шиї.
2. Укажіть, як називають кількість повітря, яку людина може вдихнути після спокійного вдиху: а) дихальний об'єм; б) резервний об'єм вдиху; в) додатковий об'єм; г) життєва ємність легенів.
3. Укажіть, як називають максимальну кількість повітря, яку людина може видихнути після глибокого вдиху: а) резервний об'єм; б) додатковий об'єм; в) дихальний об'єм; г) життєва ємність легень.

Розв'яжіть задачу. Скільки повітря (л) використає на дихання клас з 35 осіб за 45 хв уроку, якщо один учень у середньому робить 16 вдихів за хвилину по 500 мл повітря? Виберіть правильну відповідь: а) 126; б) 1260; в) 12600; г) 126000.

Установіть правильну послідовність процесу вдиху: а) легені розтягуються і заповнюються повітрям; б) об'єм грудної порожнини збільшується; в) діафрагма опускається донизу; г) зовнішні міжреберні м'язи скорочуються; д) ребра підіймаються.

ОБГОВОРІТЬ У ГРУПАХ. Користуючись малюнком 67, поясніть регуляцію дихальних рухів.

ПОМІРКУЙТЕ. 1. Чому дуже важливо, щоб одразу після народження дитина закричала? 2. Чим можна пояснити, що ліва та права легені розрізняються за розмірами?

§ 16. ХВОРОБИ ОРГАНІВ ДИХАННЯ ТА ПРОФІЛАКТИКА ЇХ

***Пригадайте** з курсу основ здоров'я*, які ви знаєте хвороботворні бактерії. Що таке туберкульоз (сухоти)? Які причини його виникнення, заходи щодо запобігання захворюванню. Що таке віруси? Яких істот називають мікроорганізмами?

Ураження повітроносних шляхів і легень призводить до порушення процесів дихання. Так, вдихання певних хімічних речовин з різким запахом, диму, пилу, дуже холодного чи занадто гарячого повітря може спричинити запалення слизової оболонки носоглотки, глотки, трахеї тощо. Вона набрякає, виділяється багато слизу. Однак найчастіше запалення слизових оболонок різних частин повітроносних шляхів і легень спричиняють інфекційні захворювання.

Які існують інфекційні захворювання органів дихання? Хвороботворні віруси та бактерії можуть вражати будь-яку частину дихальних шляхів. Запалення слизової оболонки носа називають ***нежить***, або ***риніт***, глотки – ***фарингіт***, гортані – ***ларингіт***, трахеї – ***трахеїт***.

Бронхіт – запалення бронхів з переважним ураженням слизової оболонки. Характерні кашель (при гострому бронхіті довготривалий, страждальний), частіше з виділенням слизового чи слизогнійного харкотиння, задишка, біль у грудях, підвищення температури.

Запалення плеври – ***плеврит*** – виникає унаслідок потрапляння збудників інфекції до плевральної порожнини. Будь-яке пошкодження плеври супроводжується втратою герметичності плевральної порожнини. Листки плеври – зовнішній та внутрішній – спадаються і навіть можуть зростатися між собою. Це значно ускладнює або навіть унеможливлює надходження повітря до легень.

Запалення легень має назву ***пневмонія***. Це дуже небезпечне інфекційне захворювання. Причиною його виникнення найчастіше є переохолодження або ускладнення після бронхіту чи грипу.

Грип – гостре інфекційне захворювання, яке спричиняють віруси кількох різновидів. Після того як людина перехворіла на грип, у неї виробляється несприйнятність до цього різновиду вірусу грипу. Але інші різновиди, які ще не вражали цю людину, здатні спричиняти захворювання. Саме цим пояснюють повторні захворювання на грип.

ЦІКАВО ЗНАТИ! Про епідемії грипу людство знає ще із Середньовіччя. Під час епідемії 1918 р. відомої як «іспанський грип», або «іспанка», у світі за три місяці перехворіло приблизно 500 млн осіб, з яких померло 20 млн.

Джерелом поширення вірусів грипу є хвора людина. Основний шлях зараження – повітряно-краплинний. Хвора людина під час чхання або кашлю виділяє краплини рідини, у яких є вірусні частинки. Інша людина інфікується, вдихаючи найдрібніші краплини слини або слизу, що містять

частинки вірусу грипу. Через такий механізм передачі грип надзвичайно швидко може поширюватись.

Збудник грипу вражає епітеліальні клітини верхніх дихальних шляхів. Частинки вірусу грипу можуть легко виділятися з порожнин носа та рота під час розмови, чхання, кашлю. Хворі на грип особливо небезпечні для оточуючих на ранніх етапах інфекції (перші одна-дві доби), коли ознаки захворювання ще чітко не проявилися. Інкубаційний період грипу короткий – зазвичай одна-дві доби, рідше – кілька годин.

ЗАПАМ'ЯТАЙТЕ! **Інкубаційний період** – період від моменту зараження до перших проявів захворювання.

Після проникнення в клітини епітелію слизових оболонок верхніх дихальних шляхів вірус грипу спричиняє запалення слизової оболонки. У подальшому він проникає у кров і виділяє речовини, які отруюють організм. Грип завжди починається зі швидкого підвищення температури. Хворого лихоманить, з'являється головний біль, болісні відчуття в м'язах, суглобах, горлі.

ЗАПАМ'ЯТАЙТЕ! Грип – захворювання, небезпечне своїми ускладненнями. Тому за перших ознак захворювання на грип слід негайно викликати лікаря, який призначить необхідний курс лікування. Коли спілкуєтеся з хворою на грип людиною, захищайте дихальні шляхи за допомогою марлевої пов'язки. Бажано помістити хворого в окреме приміщення, виділити йому окремий посуд тощо.

Як профілактичні заходи у разі захворювань органів дихання слід вживати часник і цибулю, бо ці рослини виробляють речовини (фітонциди), які пригнічують діяльність мікроорганізмів.

Туберкульоз – поширене інфекційне соціально небезпечне захворювання. Українська назва туберкульозу – ***сухоти***. Збудник туберкульозу – туберкульозна паличка (паличка Коха) – найчастіше уражає легені. Вона може перебувати у вдихуваному повітрі, краплинках харкотиння, на посуді, одязі, рушниках та інших предметах, якими користувався хворий на туберкульоз. Збудники туберкульозу можуть передаватися людині й через продукти харчування тваринного походження – молоко та м'ясо. Захворювання розвивається довго й поступово.

ЗАПАМ'ЯТАЙТЕ! З метою профілактики туберкульозу потрібно користуватися індивідуальними засобами особистої гігієни, загартовувати організм, раціонально харчуватися, пити лише кип'ячене молоко, м'ясо споживати добре термічно обробленим. У поліклініках потрібно щорічно робити флюорографію. Це поширений діагностичний метод рентгенологічного дослідження, який дає змогу одержати фотознімок легень. Для запобігання зараженню туберкульозом дітям, а за необхідності і дорослим, вводять вакцину.

Туберкульозні палички швидко гинуть у сухих, добре освітлених сонячних місцях. Тому, щоб запобігти захворюванню, потрібно тримати в чистоті житлові будинки, вулиці міст, громадські приміщення. Велике значення для очищення повітря в населених пунктах мають зелені насадження.

Важким захворюванням людини є ***дифтерія***. Її збудник – бактерія дифтерійна паличка. Заразитися дифтерією можна від хворої людини чи людини-носія.

ЗАПАМ'ЯТАЙТЕ! Носієм називають організм, у якому перебуває збудник певного захворювання, але симптоми цього захворювання відсутні.

Спори бактерії з повітрям потрапляють у дихальні шляхи. Запалення спочатку розвивається в глотці, рідше – гортані, трахеї, порожнинах рота і носа. На слизових оболонках виникає щільна плівка, яка може перекрити просвіт трахеї і спричинити задуху. Для запобігання захворюванню на дифтерію роблять профілактичні щеплення. Якщо ж людина все-таки захворіла, застосовують протидифтерійні лікувальні препарати.

Здоров'я людини. Щоб захистити організм під час епідемії грипу та інших інфекцій, слід дотримуватися відповідних правил поведінки: потрібно не тільки захищати верхні дихальні шляхи від хвороботворних мікроорганізмів, а й посилювати імунітет раціональним вітамінізованим харчуванням, загартовуванням, фізичними вправами.

Які захворювання органів дихання спричинюють алергени? Алергенами називають усе те, що може спричинити в людини алергічні реакції, як-от набряки, посилений нежить, висипку на шкірі, чхання, кашель тощо.

До найпоширеніших алергічних захворювань належать алергічний риніт і бронхіальна астма. Їх спричинюють алергени, серед яких можуть бути продукти харчування (цитрусові, яйця, шоколадні цукерки тощо), пил, шерсть тварин, пилок деяких рослин, хімічні речовини, різні косметичні засоби, медикаменти, мікроорганізми та продукти їхньої життєдіяльності тощо. Ознаками ***алергічного риніту*** є набряк слизової оболонки, сухість і свербіння в порожнині носа, що супроводжується чханням і слизовиділенням. Головними способами лікування є усунення контакту з алергеном, заспокійливі засоби.

Бронхіальна астма проявляється у вигляді нападів задухи, що періодично повторюються. Причиною є різке звуження бронхів або набрякання їхньої слизової оболонки внаслідок алергічної реакції. У разі прояву симптомів астми слід звернутися до лікаря-алерголога, щоб з'ясувати причину цього захворювання. Лікують астму в спеціальних санаторіях, побудованих в екологічно чистих зонах.

Як тютюнокуріння впливає на органи дихання людини? У тютюновому димі, крім нікотину, міститься понад 200 шкідливих для організму речовин (синильна кислота, сажа, чадний газ тощо). Під час куріння вони проникають у дихальні шляхи та легені, зі слиною потрапляють у шлунково-кишковий тракт.

Тютюновий дим, подразнюючи слизові оболонки дихальних шляхів, спричиняє їхнє запалення. Слизові оболонки втрачають здатність знешкоджувати хвороботворні мікроорганізми та шкідливі речовини. Частинки тютюнового диму та продукти згорання тютюну (зокрема, дьоготь) осідають на стінках бронхів та альвеол. Втрачається їхня еластичність і здатність до самоочищення. Такі легеневі пухирці злипаються і не беруть участі в газообміні. Результатом цього є зменшення постачання організму киснем, що призводить до зниження працездатності, погіршення загального самопочуття.

ЗАПАМ'ЯТАЙТЕ «золоте» правило медицини – хворобі легше запобігти, ніж її лікувати.

У чому полягає профілактика захворювань органів дихальної системи? Для запобігання ураженням і захворюванням дихальної системи слід дотримуватися правильного режиму праці, харчування, відпочинку. Дихання потрібно розвивати фізичними вправами, спортом. Повітря у житлових і робочих приміщеннях має бути чистим, без різких перепадів температури. Для зменшення ризику захворювання на інфекційні хвороби треба своєчасно і регулярно проходити медичне обстеження, проводити профілактичне щеплення, а в разі захворювання – застосовувати лікувальні сироватки. Контактуючи з хворим, під час епідемій необхідно дотримуватися санітарно-гігієнічних правил: користуватися марлевою пов'язкою, яка затримує краплі зі збудниками захворювань.

Для очищення повітря від збудників захворювань органів дихальної системи велике значення мають зелені насадження.

✿ ***Ключові терміни і поняття:*** **грип, ангіна, туберкульоз, бронхіальна астма, пневмонія, дифтерія.**

УЗАГАЛЬНИМО ЗНАННЯ

- Захворювання органів дихання можуть спричинюватися вірусами, бактеріями та алергенами. Дотримання правил особистої гігієни, проведення вакцинації в період епідемій, регулярне проходження диспансерного обстеження, загартовування організму, уникнення фізичних і розумових перенапружень у період епідемій, калорійне харчування запобігатимуть захворюванням.

ПЕРЕВІРТЕ ТА ЗАСТОСУЙТЕ ЗДОБУТІ ЗНАННЯ

Дайте відповідь на запитання

1. Які існують захворювання дихальної системи? 2. Які ви знаєте інфекційні захворювання органів дихання? 3. Які шляхи поширення інфекційних захворювань дихальних шляхів? 4. Чому тютюнокуріння спричинює захворювання органів дихання? 5. Яких профілактичних заходів слід вживати, щоб уникнути захворювання органів дихання?

Виберіть одну правильну відповідь

1. Укажіть збудника грипу: а) бактерії; б) гриби; в) віруси; г) одноклітинні тварини.
2. Укажіть органи людини, які найчастіше вражає туберкульозна паличка: а) носова порожнина; б) бронхи; в) трахея; г) легені.

Утворіть логічні пари

Установіть відповідність між захворюваннями та враженими органами.

А ангіна	**1** запалення слизової оболонки бронхів
Б пневмонія	**2** запалення слизової оболонки трахеї
В трахеїт	**3** запалення легень
Г бронхіт	**4** гостре запалення мигдаликів
	5 запалення слизової оболонки носової порожнини

ОБГОВОРІТЬ У ГРУПАХ. Охарактеризуйте причини виникнення, симптоми, заходи профілактики та лікування найпоширеніших захворювань органів дихальної системи. Спрогнозуйте наслідки куріння на органи дихання.

ПОМІРКУЙТЕ. Чому найчастіше на туберкульоз хворіють люди, які живуть у неналежних житлових умовах і погано харчуються?

ТВОРЧЕ ЗАВДАННЯ. Обґрунтуйте профілактичні заходи, які можуть запобігти захворюванням органів дихання. Відповідь оформіть у вигляді пам'ятки.

САМОКОНТРОЛЬ ЗНАНЬ З ТЕМИ

Виберіть одну правильну відповідь.

1. Укажіть речовину, що переносить кисень по організму: а) гемоглобін; б) трипсин; в) протромбін; г) пепсин.

2. Виберіть вид тканини, яка переважає у складі гортані: а) кісткова; б) хрящова; в) жирова; г) епітеліальна.

3. Укажіть положення діафрагми під час вдиху: а) опускається; б) не змінює свого положення; в) піднімається.

4. Кисень, що надходить в організм людини під час дихання, використовується для: а) транспорту поживних речовин через клітинні мембрани; б) захисту від хвороботворних мікроорганізмів; в) окиснення органічних сполук; г) виведення продуктів обміну.

5. Атмосферне повітря має такий склад газів (%): а) кисню – 14,2, вуглекислого газу – 5,2, азоту – 80,6; б) кисню – 20,9, вуглекислого газу – 0,03, азоту – 79,0; в) кисню – 16,3, вуглекислого газу – 4,0, азоту – 79,7.

6. Вдих забезпечується скороченням: а) діафрагми та внутрішніх міжреберних м'язів; б) діафрагми та зовнішніх міжреберних м'язів; в) як зовнішніх, так і внутрішніх міжреберних м'язів; г) внутрішніх міжреберних м'язів та м'язів черевного преса.

7. У стані спокою людина за хвилину здійснює дихальних рухів: а) 5–8; б) 10–12; в) 16–20; г) 30–40.

8. Дихати треба через ніс тому, що: а) таким чином повітря легше проходить до легень; б) у носовій порожнині вдихуване повітря знезаражується; в) у носовій порожнині вдихуване повітря збагачується на кисень; г) у носовій порожнині вдихуване повітря збагачується на вуглекислий газ.

9. Голосові зв'язки розташовані в: а) ротоглотці; б) гортані; в) трахеї; г) бронхах.

10. Хрящ, який закриває під час ковтання їжі вхід до гортані, називають: а) кадик; б) надгортанник; в) щитоподібний; г) під'язиковий.

11. Відсутність хрящів у задній стінці трахеї забезпечує: а) вільне проходження частинок їжі по стравоходу; б) утворення звуків; в) проштовхування повітря до легень; г) знезараження повітря, що надходить до легень.

12. Тиск у порожнині між листками плеври: а) дорівнює атмосферному; б) вище атмосферного; в) нижче атмосферного; г) тиску немає.

13. Газообмін у легенях відбувається через стінки: а) бронхіол; б) альвеолярних ходів; в) альвеол; г) плеври.

14. Кількість повітря, яку можна вдихнути після спокійного вдиху, називають: а) дихальний об'єм; б) резервний об'єм вдиху; в) залишковий об'єм; г) життєва ємність легень.

15. Кількість повітря, яку можна видихнути після спокійного видиху, це: а) резервний об'єм вдиху; б) резервний об'єм видиху; в) життєва ємність легень; г) дихальний об'єм.

16. Життєва ємність легень – це: а) дихальний об'єм та резервні об'єми вдиху та видиху; б) дихальний об'єм та об'єм мертвого простору; в) дихальний та залишковий об'єми; г) дихальний об'єм, об'єм мертвого простору та резервний об'єм вдиху.

17. Прилад, за допомогою якого визначають життєву ємність легень, називають: а) флюорограф; б) манометр; в) спірометр; г) стетоскоп.

Виберіть три правильні відповіді

18. Схарактеризуйте будову та функції трахеї.

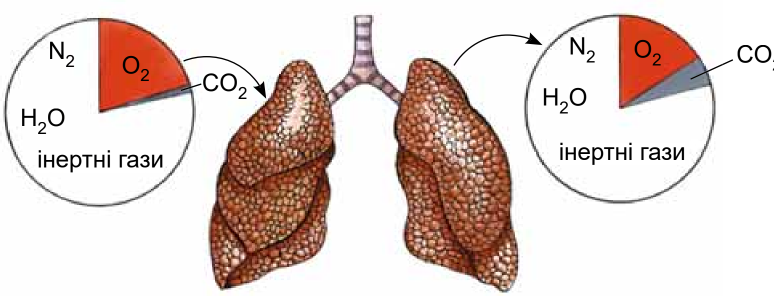
А Входить до складу	**Б** Функції	**В** До складу стінок входять
1 органів нижніх дихальних шляхів **2** органів верхніх дихальних шляхів **3** легень	**1** проведення повітря **2** газообмін **3** знезараження повітря	**1** повні хрящові кільця **2** хрящові напівкільця **3** хрящові утвори у вигляді спіралі

19. ***Розташуйте процеси в порядку***, який відповідає акту видиху: а) об’єм грудної порожнини зменшується; б) повітря з носової порожнини видихається; в) легені звужуються і повітря з них виштовхується; г) зовнішні міжреберні м’язи розслаблюються.

20. ***Укажіть правильну послідовність*** розташування органів, з яких складаються верхні дихальні шляхи: а) носова порожнина; б) глотка; в) носоглотка.

21. ***Розв’яжіть задачу***. Під час спокійного вдиху дорослої людини до легень надходить близько 500 мл повітря. У вдихуваному повітрі міститься 21 % кисню, а видихуваному – 16 %. Полічіть, скільки кисню (мл) при цьому споживає організм людини. Виберіть правильну відповідь: а) 20; б) 25; в) 30; г) 35.

22. ***Робота з діаграмою.*** На малюнку позначено склад повітря, яке людина вдихає і яке видихає. Поясніть, уміст яких речовин змінився і чому.



23. Розкрийте взаємозв’язок розвитку органів дихання з фізичними навантаженнями.

24. Складіть схему «Залежність частоти дихання від вмісту CO_2 у крові».



Тема 4

ТРАНСПОРТ РЕЧОВИН В ОРГАНІЗМІ ЛЮДИНИ

Організм людини взаємодіє з навколишнім середовищем, умови якого постійно змінюються. Проте склад внутрішнього середовища організму людини за норми є відносно сталим. Чому? Організм має здатність захищатися від шкідливих впливів навколишнього середовища, пом'якшуючи їхні наслідки. Завдяки яким механізмам забезпечується ця здатність?
У нашому організмі безперервно відбувається кровообіг. Які механізми його забезпечують? У чому унікальність працездатності серця як надійного органа, який упродовж усього життя людини перекачує кров? Чи впливає його стан на здоров'я людини?

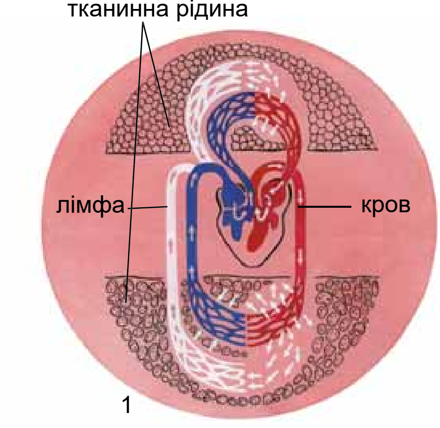
§ 17. ПОНЯТТЯ ПРО ВНУТРІШНЄ РІДКЕ СЕРЕДОВИЩЕ ОРГАНІЗМУ

Пригадайте, до якої групи тканин належать кров і лімфа. Що таке дифузія та осмос? Що таке метаболізм?

Що таке внутрішнє рідке середовище організму? Життєдіяльність клітин забезпечується тільки в рідкому середовищі. Як ви вже знаєте, це пов'язано з тим, що процеси дифузії й осмосу, за допомогою яких відбувається обмін речовин між клітинами та середовищем, що їх оточує, краще перебігають у рідинах.

Внутрішнє рідке середовище організму – сукупність рідин (кров, лімфа, тканинна рідина), що беруть участь у процесах обміну речовин і підтриманні гомеостазу організму. Складові внутрішнього середовища організму тісно між собою взаємопов'язані (мал. 68, 1). Вони постійно переходять одна в одну, переносячи розчинені в них речовини, і таким чином впливають на хімічний склад одна одної. За їхньої участі в організмі перебігають усі процеси метаболізму, а саме: до клітин безперервно надходять поживні речовини і видаляються кінцеві продукти життєдіяльності.

Здоров'я людини. За норми в організмі людини на відносно сталому рівні підтримується температура тіла, артеріальний тиск, вміст цукру (глюкози) в крові, йонів Натрію, Калію, Кальцію, Хлору тощо.





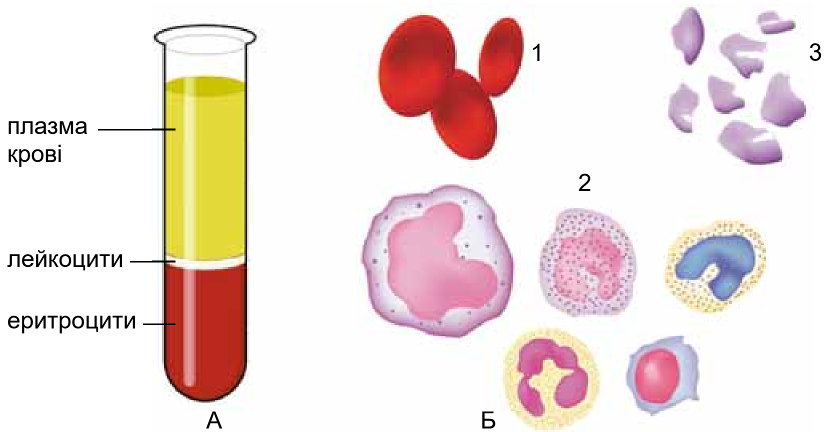
Мал. 68. 1. Внутрішнє рідке середовище організму. 2. Схема утворення тканинної рідини та лімфи. ***Завдання.*** *Користуючись малюнком і текстом, поясніть шляхи утворення тканинної рідини та зв'язок між кров'ю, лімфою та тканинною рідиною*

Які функції виконують складові внутрішнього середовища організму? Ви вже знаєте, що **кров** належить до тканин внутрішнього середовища. Вона переносить кисень, вуглекислий газ, поживні речовини, кінцеві продукти обміну речовин, біологічно активні сполуки (гормони, ферменти, вітаміни), забезпечує захисні реакції організму тощо. Кров постійно циркулює по замкненій кровоносній системі.

Крізь найдрібніші кровоносні судини (капіляри) за рахунок тиску та шляхом дифузії деякі складові рідкої частини крові (плазма) потрапляють у міжклітинний простір. Так утворюється **тканинна рідина**, що омиває кожну клітину (мал. 68, 2). Об'єм тканинної рідини в організмі дорослої людини становить приблизно 12 л. Із крові до тканинної рідини, а з неї до клітин надходять кисень, мінеральні солі, біологічно активні та поживні речовини. У свою чергу, клітини виділяють у тканинну рідину вуглекислий газ та інші продукти життєдіяльності, які звідти надходять у кров. З тканинної рідини утворюється лімфа в результаті дифузії тканинної рідини через стінки замкнутих лімфатичних капілярів (на малюнку 68, 2 їх зображено жовтим кольором).

Лімфа – прозора і безбарвна. До її складу, як і до складу крові, входять деякі типи клітин. Як і кров, вона відіграє значну роль в обміні речовин і виконує низку захисних функцій. Лімфатичні капіляри, зростаючись, утворюють лімфатичні судини, що забезпечують ***лімфообіг***. Лімфатичні судини впадають у дві великі лімфатичні протоки, які з'єднані із судинами кровоносної системи. Таким чином, між кров'ю, тканинною рідиною і лімфою здійснюється постійний обмін речовин. Це одна з обов'язкових умов підтримання гомеостазу. Докладніше про лімфообіг ви дізнаєтеся згодом.

Який склад крові? Кров як тканина внутрішнього середовища складається з плазми та формених елементів. До **формених елементів** належать червоні кров'яні тільця – ***еритроцити***, білі кров'яні тільця – ***лейкоцити***



Мал. 69. А. Пробірка з відстояною кров'ю. Б. Формені елементи крові: 1 – еритроцити; 2 – лейкоцити; 3 – тромбоцити

та кров'яні пластинки – ***тромбоцити*** (мал. 69). Їхню будову та функції детально розглянемо згодом.

ЦІКАВО ЗНАТИ! Уперше клітини крові відкрив італійський анатом і лікар Марчелло Мальпігі (1665 р.), але він припустив, що це жирові міхурці.

Плазма крові (мал. 69) має вигляд непрозорої в'язкої рідини жовтуватого (солом'яного) кольору. Вона виконує роль міжклітинної речовини. Плазма крові містить 90 % води та розчинені в ній органічні (білки – 7–8 %, вуглеводи – близько 0,12 %, жири – 0,7–0,8 %) та неорганічні (близько 0,9 %) речовини.

Білки плазми крові виконують різні функції. Одні з них беруть участь у захисних реакціях організму: процесах зсідання крові та запобіганні крововтрат у разі ушкодження стінок судин, інші – у знешкодженні чужорідних сполук і частинок, а також хвороботворних мікроорганізмів. Є білки, що впливають на перерозподіл води між плазмою та тканинною рідиною, адже від їхнього вмісту залежить густина крові. Так, зниження концентрації у плазмі крові деяких білків зумовлює затримку води у міжклітинних просторах тканин, що призводить до виникнення набряків.

Незважаючи на те що в кров може потрапити різна кількість води і мінеральних речовин, їхня концентрація в плазмі підтримується на постійному рівні. Це забезпечує діяльність нирок, потових залоз, легень, через які з організму видаляються вода, солі, продукти обміну.

ЦІКАВО ЗНАТИ! За значних крововтрат людині (за відсутності плазми крові або крові для переливання) в кровоносні судини вводять не дистильовану воду, а розчини, які за вмістом солей та їхньою концентрацією відповідають складу плазми крові. Такі розчини називають ***фізіологічними розчинами.*** Найпростішим фізіологічним розчином є 0,9 %-й розчин натрій хлориду.

Які функції крові? Кровоносна система, по судинах якої безперервно циркулює кров, виконує роль транспортної системи нашого організму, забезпечуючи зв'язки між різними тканинами та органами. Її різноманітні функції наведено в таблиці 7.

Таблиця 7

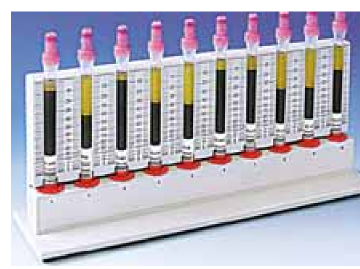
Функції крові та їхні ознаки

Назва функції	Ознака функції
Транспортна	Забезпечує постійний транспорт кисню та поживних речовин до клітин через міжклітинну рідину та продуктів їх життєдіяльності – до органів виділення; забезпечує перенесення біологічно активних сполук (наприклад, гормонів) до клітин, на які вони впливають
Терморегуляторна	Завдяки високій теплоємності води (основного компонента плазми) кров забезпечує перерозподіл в організмі тепла, що утворилося внаслідок реакцій розщеплення поживних речовин
Захисна	Зсідання крові при пораненнях судин, здійснення захисних реакцій при потраплянні чужорідних сполук і збудників хвороб
Підтримання гомеостазу	Відносна постійність хімічного складу крові, температури та клітинного складу крові є важливою умовою нормальної життєдіяльності організму людини

Завдання. *Користуючись таблицею 7, охарактеризуйте функції крові.*

Склад крові є важливою характеристикою стану організму. За результатами аналізу крові ми маємо змогу визначити кількість її формених елементів та їхнє співвідношення, вміст гемоглобіну, концентрацію глюкози та інших речовин у крові, швидкість осідання еритроцитів (ШОЕ).

Зміна ШОЕ може слугувати ознакою запальних або інших патологічних процесів у нашому організмі. Ця методика ґрунтується на здатності еритроцитів осідати під дією сили тяжіння в крові (мал. 70). У нормі величина ШОЕ у чоловіків не перевищує 10 мм/год, а у жінок – 15 мм/год.



Мал. 70. Так у лабораторіях визначають швидкість осідання еритроцитів (ШОЕ)

✿ ***Ключові терміни і поняття:*** **внутрішнє середовище організму, кров, тканинна рідина, лімфа, плазма крові, формені елементи.**

УЗАГАЛЬНИМО ЗНАННЯ

- Внутрішнє середовище організму формують кров, лімфа і тканинна рідина. Постійний обмін між ними забезпечує підтримання гомеостазу.
- До складу крові входять плазма та формені елементи – еритроцити, лейкоцити та тромбоцити. Плазма крові складається з води, органічних і мінеральних речовин. Кров виконує захисну, транспортну, регуляторну та терморегуляторну функції.

ПЕРЕВІРТЕ ТА ЗАСТОСУЙТЕ ЗДОБУТІ ЗНАННЯ

Дайте відповідь на запитання

1. Які складові внутрішнього середовища організму? 2. Який об'єм крові та тканинної рідини в організмі людини? 3. Які функції в організмі людини забезпечує кров? 4. Який склад плазми крові? 5. Що таке фізіологічний розчин? Для чого його застосовують? 6. Які функції виконують білки плазми крові? 7. Які типи клітин є у крові людини?

Виберіть одну правильну відповідь

1. Укажіть формені елементи, які входять до складу крові: а) еритроцити, міоцити, тромбоцити; б) еритроцити, міоцити, лейкоцити; в) еритроцити, лейкоцити, тромбоцити; г) тромбоцити, лейкоцити, міоцити.
2. Укажіть частку крові (%) в організмі людини від загальної маси тіла: а) 15–20; б) 25–30; в) 7–8; г) 30–40.
3. Укажіть, що не входить до внутрішнього середовища організму людини: а) кров; б) цитоплазма клітин; в) лімфа; г) тканинна рідина.

ОБГОВОРІТЬ У ГРУПАХ. Охарактеризуйте рідкі тканини внутрішнього середовища організму людини. Відповідь оформіть у вигляді таблиці.

ПОМІРКУЙТЕ. 1. Розчин солі, який має осмотичний тиск вищий, ніж тиск плазми крові, називають гіпертонічним (переважно це 10 %-й розчин натрій хлориду). Його застосовують під час лікування гнійних ран. На рану накладають пов’язку із цим розчином, і рідина з рани виходить назовні (на пов’язку). Чому це відбувається?
2. До яких наслідків може призвести переливання людині, яка втратила певну кількість крові: а) 0,009 %-го розчину хлориду натрію; б) 9 %-го розчину хлориду натрію? Відповідь обґрунтуйте.

ТВОРЧЕ ЗАВДАННЯ. Дослідіть взаємозв’язок між компонентами внутрішнього середовища організму людини для забезпечення гомеостазу.

§ 18. ЕРИТРОЦИТИ. ГРУПИ КРОВІ. ПРАВИЛА ПЕРЕЛИВАННЯ КРОВІ

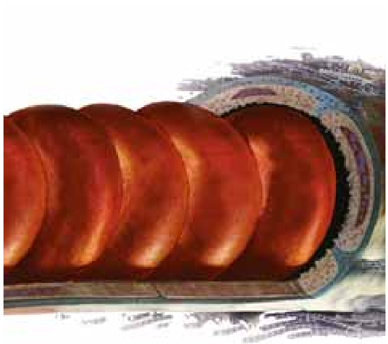
Пригадайте будову клітини, склад і значення плазми крові та еритроцитів. Що таке гемоглобін?

Ви вже знаєте, що одними з форменних елементів крові є червоні кров’яні тільця, або еритроцити.

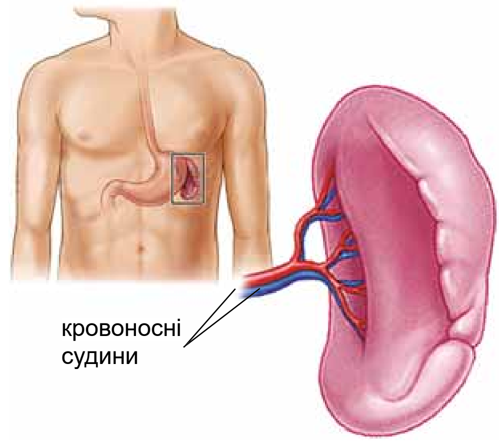
Яка будова і які функції еритроцитів? **Еритроцити** – клітини крові, що здійснюють в організмі важливу функцію – транспорт газів. Вони переносять кисень від легень до всіх клітин нашого організму, а вуглекислий газ – від клітин до легень. Еритроцити – дрібні, без’ядерні клітини діаметром 7–8 мкм[1] та 1–2 мкм завтовшки. Кількість їх дуже велика: в 1 $мм^3$ крові дорослої людини міститься в середньому 5–5,5 млн еритроцитів. Еритроцит має форму двоввігнутого посередині диска (мал. 71). Така форма збільшує його поверхню і сприяє кращому проникненню кисню. Уявіть собі, загальна площа поверхні всіх еритроцитів крові становить приблизно 3800 $м^2$, що майже у 1800 разів перевищує площу поверхні тіла людини.

У нормі еритроцити живуть близько 120 днів, а потім руйнуються в селезінці й печінці. ***Селезінка*** – непарний орган, розташований у черевній порожнині в лівому підребер’ї поблизу шлунка (на рівні 9–11-го ребер) (мал. 72). Вона бере участь у процесах кровотворення та захисних реакціях організму людини. Селезінка слугує також «депо» крові – у стані спокою в ній може міститися до 16 % загальної кількості крові (до 500 мл).

[1] 1 мікрометр (скорочено мкм) – одна тисячна частка міліметра.



Мал. 71. Компактне розташування еритроцитів у капілярі



Мал. 72. Селезінка

Кров постійно поповнюється новими еритроцитами, що утворюються в червоному кістковому мозку з особливих клітин, які називають *стовбуровими*. Ці клітини, на відміну від еритроцитів, мають ядро, яке під час дозрівання еритроцитів руйнується. Характерними рисами стовбурових клітин є те, що вони не спеціалізовані (не диференційовані) й здатні до поділу. Після поділу одна з утворених клітин залишається не спеціалізованою, а інша – диференціюється, перетворюючись на клітину певного типу. Таким чином, стовбурові клітини дають початок усім типам клітин нашого організму.

В еритроцитах міститься гемоглобін (його скорочено позначають Hb). Як ви вже знаєте, це білкова сполука, що містить атом Феруму (*див. мал. 63*). Саме він надає гемоглобіну, а відповідно й еритроцитам, червоного забарвлення.

ЦІКАВО ЗНАТИ! Розшифрували будову молекули гемоглобіну і створили її модель 1960 р. англійські вчені М. Перутц і Дж. Кендрю. За це їм 1962 р. присуджено Нобелівську премію.

Гемоглобін може утворювати нестійкі сполуки з газами – киснем і вуглекислим газом: він здатний на певний час зв'язувати їх та від'єднувати. Сполука гемоглобіну з киснем набуває яскраво-червоного кольору, її називають *оксигемоглобін* (HbO_2). Кров, насичену киснем, називають ***артеріальною***. У капілярах тканин гемоглобін віддає кисень клітинам і приєднує вуглекислий газ. Кров, насичену вуглекислим газом, називають ***венозною***. Вона має темніший колір, ніж артеріальна.

Завдання. *Полічіть, яку максимальну кількість кисню може містити кров, якщо загальна кількість гемоглобіну в крові людини приблизно 650 г. При повному насиченні крові киснем 1 г гемоглобіну може зв'язати 1,34 мл кисню.*

Здоров'я людини. Гемоглобін здатний приєднувати й чадний газ (CO), що виділяється при неповному згорянні палива. Він утворює з ним стійку сполуку – *карбоксигемоглобін* (HbCO). Такі еритроцити втрачають здатність приєднувати і переносити кисень. Отже, чадний газ здатний спричиняти важке отруєння нашого організму.

Що таке недокрів'я? За норми вміст гемоглобіну в чоловіків становить 130–160 г/л, у жінок – 120–150 г/л (г/л означає число грамів гемоглобіну на 1 л крові). Проте під впливом різних негативних чинників уміст гемоглобіну в організмі може зменшуватись. Унаслідок цього кров переносить менше кисню. Настає киснева недостатність, яка впливає на розумову діяльність і фізичну працездатність. Такий стан називають ***недокрів'ям,*** або ***анемією***.

За недокрів'я спостерігають кисневе голодування всіх органів і тканин організму. Людина скаржиться на задишку, відчуває слабкість, шум у вухах тощо. Шкірні покриви і слизові оболонки блідішають. Спричинити недокрів'я можуть: недостатнє харчування, особливо – нестача вітамінів і солей Феруму, руйнування еритроцитів алкоголем, промисловими викидами. Особливо шкідливо впливає на утворення еритроцитів радіаційне забруднення довкілля. Недокрів'я розвивається і за порушення діяльності червоного кісткового мозку. Спричинити недокрів'я можуть і різні захворювання, наприклад малярія, різні види паразитичних червів тощо.

Здоров'я людини. Збалансоване харчування, правильний режим праці й відпочинку – це чинники, які допомагають відновити та підтримувати нормальний вміст гемоглобіну в крові.

У разі значних крововтрат і деяких захворювань виникає необхідність переливання крові. Для цього кров беруть у дорослої здорової людини. Без шкоди для її здоров'я за один раз можна взяти 200 мл крові. Цю кров консервують, додаючи спеціальні хімічні речовини, що запобігають її зсіданню. Така кров може зберігатися тривалий час.

АКТИВІЗУЙТЕ СВОЇ ЗНАННЯ

Пригадайте: при захворюваннях кровоносних судин, пов'язаних з утворенням кров'яних згустків – тромбів, у медицині часто використовують п'явку медичну. Слинні залози черва виробляють особливу речовину – *гірудин*, що запобігає зсіданню крові. Травна система п'явки медичної може накопичувати великі запаси законсервованої гірудином крові.

У минулому переливання крові часто призводило до смерті хворого, поки не стало відомо, що кров однієї людини не завжди сумісна з кров'ю іншої.

Що таке групи крові? У людей виділяють чотири основні групи крові, які успадковуються від батьків і не змінюються упродовж життя (*див. таблицю 8*).

У складі клітинної мембрани еритроцитів є особливі сполуки – комплекси білків і вуглеводів – ***аглютиногени***. Їх позначають літерами латинського алфавіту А та В. В окремому еритроциті може бути присутній лише один з двох аглютиногенів (А чи В) або вони взагалі відсутні.

У плазмі крові міститься два типи білкових сполук – ***аглютинінів***. Їх позначають літерами грецького алфавіту – α (альфа) та β (бета). У крові однієї людини ніколи не трапляються водночас аглютиноген А та аглютинін α або аглютиноген В та аглютинін β.

Змішування несумісної за групами крові (тобто якщо зустрінуться аглютиноген А та аглютинін α або аглютиноген В та аглютинін β) призводить до склеювання еритроцитів донорської крові. Цей процес називають ***аглютинацією***.

Таблиця 8

Групи крові людини та можливі варіанти її переливання

Групи крові реципієнта	Аглютиногени в еритроцитах	Аглютиніни в плазмі	Групи крові можливих донорів
0 (I)	Відсутні	α і β	0 (I)
A (II)	A	β	0, A (I, II)
B (III)	B	α	0, B (I, III)
AB (IV)	AB	Відсутні	0, A, B, AB (I, II, III, IV)

Завдання. *Якщо вам відома ваша група крові, знайдіть її у таблиці 8, визначте наявність у ній аглютиногенів і аглютинінів та можливого донора.*

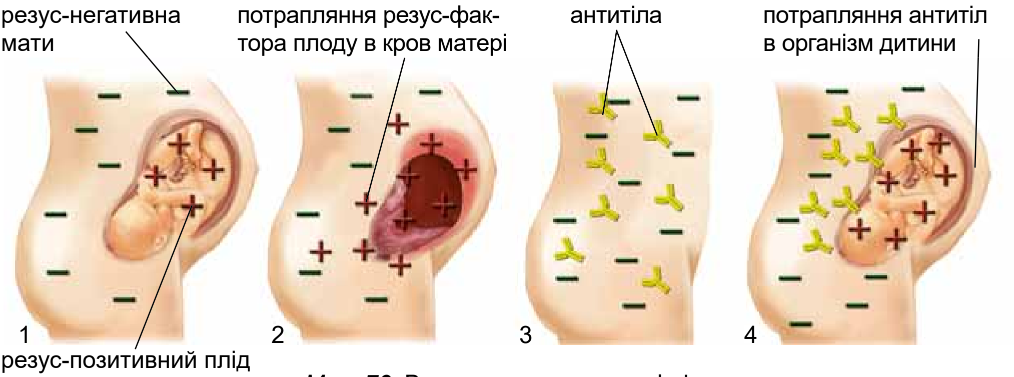
ЗАПАМ'ЯТАЙТЕ! ***Донором*** називають людину, яка добровільно надає частину своєї крові для переливання іншій (***реципієнту***) чи для приготування лікувальних препаратів. Давати свою кров для переливання, тобто бути донором, може кожна здорова людина. Донорство рятує життя людей.
Обережно! Під час переливання крові разом із донорською кров'ю через нестерильні інструменти – голки шприців чи систем переливання крові – в організм може потрапити збудник ВІЛ-інфекції або інший вірус – збудник жовтяниці (гепатиту). Тому перед здачею крові донору потрібно пройти відповідне обстеження, зокрема тест на ВІЛ-інфекцію. Це здійснюють заклади охорони здоров'я, насамперед центри профілактики СНІДу. Законом України заборонено розголошувати результати тесту.

Згідно з таблицею 8, людям, які мають **0 (I)** групу крові, теоретично можна переливати кров лише **0 (I)** групи. Кров цієї групи можна переливати особам з будь-якою групою крові. Тому люди з **0 (I)** групою крові є *універсальними донорами*. Особам, які мають **AB (IV)** групу, теоретично можна переливати кров усіх чотирьох груп. Такі люди теоретично є *універсальними реципієнтами*. Нині користуються правилом переливання тільки однойменних груп крові.

ЦІКАВО ЗНАТИ! Більшість людей мають 0 (I) або A (II) групу крові, найменш поширена група – AB (IV). Так, в 47 % українців трапляється 0 (I) група крові, в 43 % – A (II), 7 % – B (III), 3 % – AB (IV).

Що таке резус-фактор і резус-конфлікт? Під час переливання крові враховують не тільки групу крові, а й наявність чи відсутність в еритроцитах ще однієї білкової сполуки. На поверхні еритроцитів більшості людей (приблизно 85 %) є сполука білкової природи, яку називають ***резус-фактором*** (скорочено **Rh**). Таку назву вона дістала тому, що вперше була знайдена в крові мавпи – макаки резус. За наявності в еритроцитах резус-фактора кров називають ***резус-позитивною*** (або Rh^+), якщо ж резус-фактор відсутній – ***резус-негативною*** (Rh^-).

Якщо резус-позитивну кров перелити людині з резус-негативною кров'ю перший раз, то помітної реакції не буде. Але у відповідь на повторне переливання у крові резус-негативної людини відбудеться аглютинація донорських еритроцитів, яку визначають як ***резус-конфлікт***.



Мал. 73. Виникнення резус-конфлікту

Щоб уникнути резус-конфлікту, людям, які мають резус-позитивну кров, переливають лише резус-позитивну кров, а людям з резус-негативною кров'ю – лише резус-негативну. Явища резус-конфлікту можуть розвиватися і під час вагітності, коли мати і майбутня дитина мають несумісну за резус-фактором кров (мал. 73). Якщо у резус-негативної матері розвивається резус-позитивна дитина, то за першої вагітності резус-конфлікту немає. Кров матері та плоду розділені плацентою, й еритроцити, а відповідно й резус-фактор, не потрапляють до крові матері (мал. 73, 1). Однак під час пологів мінімальна кількість резус-фактора потрапляє в кров матері, що супроводжується утворенням антитіл (мал. 73, 2, 3). За наступної вагітності ці антитіла з крові матері проходять через плаценту і руйнують еритроцити дитини (мал. 73, 4). Такий резус-конфлікт матері й дитини можна попередити, якщо одразу після першої вагітності матері ввести спеціальні антитіла, які зруйнують резус-фактор, що потрапив у її кров.

Кожній людині слід знати групу своєї крові та наявність чи відсутність у ній резус-фактора.

✿ ***Ключові терміни і поняття:*** **еритроцити, гемоглобін, недокрів'я, групи крові, резус-фактор, резус-конфлікт.**

УЗАГАЛЬНИМО ЗНАННЯ

- Еритроцити виконують важливу функцію транспорту кисню від легень до клітин, а вуглекислого газу – від клітин до легень. Це без'ядерні червоні клітини крові. Вони містять білкову речовину гемоглобін, здатну зв'язувати кисень або вуглекислий газ. Зменшення кількості еритроцитів та/або зниження вмісту в них гемоглобіну призводить до розвитку недокрів'я.
- За значних крововтрат і деяких захворювань виникає необхідність переливання крові. Переливати кров можна тільки сумісну за групою крові й резус-фактором.

ПЕРЕВІРТЕ ТА ЗАСТОСУЙТЕ ЗДОБУТІ ЗНАННЯ

Дайте відповідь на запитання

1. Які особливості будови еритроцитів? 2. Які функції еритроцитів? 3. Яка роль гемоглобіну у транспорті газів? 4. Яку кров називають артеріальною, а яку – венозною? 5. Які функції селезінки в організмі людини? 6. Що таке недокрів'я та які його причини? 7. Яких людей називають донорами та реципієнтами? 8. Які є групи крові людини? 9. Що таке резус-фактор і резус-конфлікт?

Виберіть одну правильну відповідь

1. Виберіть характеристики зрілих еритроцитів: а) форма двоввігнутого диска, мають ядро; б) форма двоввігнутого диска, не мають ядра; в) не мають постійної форми і ядра; г) мають ядро, але не мають постійної форми.
2. Укажіть речовину, яку містять еритроцити: а) гемоглобін; б) аглютиніни; в) гемеритрин; г) гемоціанін.

ТВОРЧЕ ЗАВДАННЯ. Схарактеризуйте функції гемоглобіну в організмі. Побудуйте графік залежності кількості еритроцитів у крові від висоти над рівнем моря, якщо кількість еритроцитів у 1 мл крові людини: на рівні моря – 5 млн, на висоті 700 м над рівнем моря – 6 млн, 1800 м – 7 млн, 4400 м – 8 млн. Поясніть, чому зі збільшенням висоти у крові зростає кількість еритроцитів. Як регулюється цей процес?

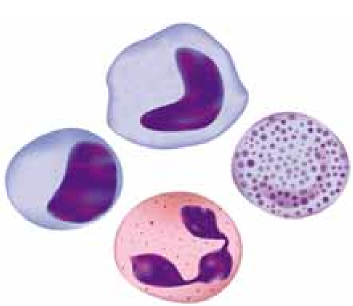
§ 19. ЛЕЙКОЦИТИ. ТРОМБОЦИТИ. ЗСІДАННЯ КРОВІ

Пригадайте, що таке ферменти, лізоцим, фагоцитоз.

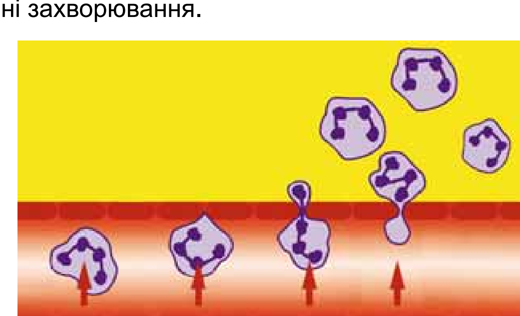
Ви вже знаєте, що, крім еритроцитів, до формених елементів крові належать лейкоцити та тромбоцити.

Яка будова і які функції лейкоцитів? **Лейкоцити** – безбарвні клітини, тому їх ще називають *білі клітини крові* (мал. 74). Є кілька видів лейкоцитів, різних за розмірами, будовою і функціями. Усі вони, на відміну від еритроцитів, мають ядро. Форма лейкоцитів непостійна, тому вони здатні утворювати несправжні ніжки (псевдоподії) та рухатись подібно до амеби. Деякі види лейкоцитів завдяки цій властивості можуть проникати крізь стінки капілярів і рухатись у міжклітинних просторах (мал. 75). Лейкоцити утворюються в червоному кістковому мозку, дозрівають у тимусі (вилочковій залозі), селезінці (*пригадайте, де розташований цей орган і які його функції*), апендиксі, лімфатичних вузлах. Тривалість життя – від 6–10 годин до десятків років. Руйнуються лейкоцити в селезінці та місцях запалення.

ЦІКАВО ЗНАТИ! Крім розмірів, різні види лейкоцитів різняться тим, чи є в їхній цитоплазмі гранулоподібні включення, чи відсутні (моноцити, лімфоцити). Лейкоцити з гранулоподібними включеннями в цитоплазмі різняться тим, якими барвниками забарвлюється їхня цитоплазма (нейтрофіли, базофіли, еозинофіли). Відсоткове співвідношення різних видів лейкоцитів у крові має назву **лейкоцитарна формула**. Зміни в ній можуть свідчити про певні захворювання.



Мал. 74. Лейкоцити різних типів



Мал. 75. Схема просування лейкоцита крізь стінку капіляра шляхом амебоїдного руху

У 1 мм^3 крові міститься від 6 до 10 тис. лейкоцитів. Кількість їх у крові може змінюватися. Це пояснюють тим, що половина лейкоцитів перебуває у міжклітинних проміжках, третина – у червоному кістковому мозкові й лише невелика частка міститься у кровоносному руслі.

Збільшення числа лейкоцитів понад фізіологічну норму називають ***лейкоцитозом***. Він розвивається унаслідок запальних процесів, інфекційних та онкологічних захворювань, після споживання їжі та важкої фізичної праці (*як ви думаєте, чому?*). Зменшення числа лейкоцитів у крові нижче норми називають ***лейкопенією***. Її спричиняють деякі інфекційні захворювання, а також променеве враження організму.

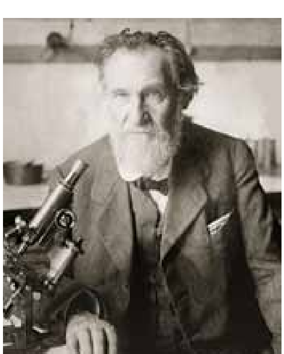
Основна функція лейкоцитів – захист організму від хвороботворних мікроорганізмів, чужорідних білків, сторонніх тіл, які проникають у кров і тканини. Таким чином, лейкоцити беруть участь у забезпеченні імунітету.

Імунітет – здатність організму захищати власну цілісність, біологічну індивідуальність і сталість внутрішнього середовища. Докладніше про механізм дії та види імунітету ви дізнаєтеся згодом.

ЦІКАВО ЗНАТИ! Захисні функції лейкоцитів вивчав наш співвітчизник І.І. Мечников (мал. 76) – видатний учений, який тривалий час працював в Одеському національному університеті, що носить його ім'я. Спостерігаючи за певними видами лейкоцитів, він виявив явище фагоцитозу й пов'язав з ним захисні властивості організму людини і тварин. Так він відкрив явище клітинного імунітету.

ЗАПАМ'ЯТАЙТЕ! Імунітет, який забезпечують певні види лейкоцитів, здатних шляхом фагоцитозу (мал. 77) захоплювати й знешкоджувати чужорідні сполуки та мікроорганізми, називають ***клітинним***. Такі лейкоцити містять ферменти, які розщеплюють клітини мікроорганізмів. Гній, що утворюється в тканинах при запаленнях, – це скупчення мертвих лейкоцитів.

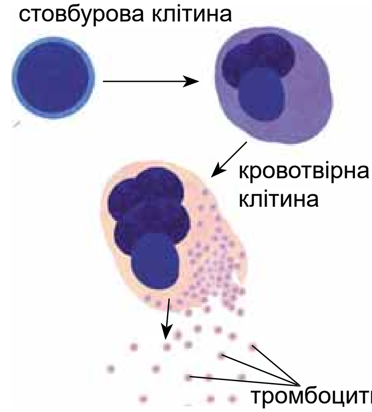
Яка будова і функції тромбоцитів? До формених елементів крові належать **тромбоцити**, або кров'яні пластинки. Це безбарвні, без'ядерні, неправильної форми ділянки цитоплазми, оточені плазматичною мембраною. Кількість їх у нормі становить 150–400 тис. в 1 мл крові. Утворюються тромбоцити в червоному кістковому мозку з великих кровотвірних клітин. З однієї такої клітини може утворитися до 4000 тромбоцитів (мал. 78). Тривалість життя тромбоцитів становить приблизно 5–8 днів, після чого вони руйнуються в печінці та селезінці. Тромбоцити також



Мал. 76. І.І. Мечников



Мал. 77. Схема фагоцитозу



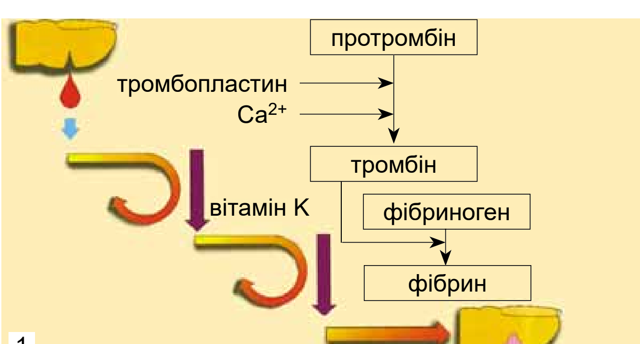
Мал. 78. Схема утворення тромбоцитів

легко руйнуються при пошкодженні кровоносних судин, відіграючи важливу роль у процесах зсідання крові.

Як відбуваються процеси зсідання крові? **Зсідання крові** – важлива захисна реакція організму, яка запобігає втратам крові в разі порушення цілісності кровоносних судин. Під час зсідання крові утворюється кров'яний згусток, що закриває пошкодження в судині. Якщо травми незначні й ушкоджені дрібні кровоносні судини, то зсідання крові відбувається переважно за рахунок тромбоцитів. Спочатку вони виділяють біологічно активні речовини, які забезпечують деяке звуження ушкоджених судин. Потім тромбоцити прилипають до волоконець сполучної тканини, закупорюючи ушкоджене місце. У разі травмування більших судин, де високі тиск і швидкість руху крові, спрацьовує інший механізм. Він полягає в перетворенні розчинного білка плазми крові фібриногену на нерозчинний фібрин (мал. 79, 1), у результаті чого утворюється щільний тромб.

Як це відбувається? Під час пошкодження судини вивільняються біологічно активні речовини, зокрема тромбопластин. У присутності йонів Кальцію він активує фермент тромбін, який утворюється з протромбіну, що синтезується у печінці під дією вітаміну K. Саме тромбін перетворює фібриноген на фібрин (мал. 79, 1). Нитки фібрину утворюють над ушкодженою ділянкою судини сітку, в яку потрапляють еритроцити, тромбоцити і білки плазми крові. Згусток стискається та ущільнюється. Так виникає кров'яний тромб, який повністю закриває рану (мал. 79, 2). Згодом, після того як ушкоджена ділянка кровоносної судини відновлюється, кров'яний згусток розчиняється.

ЦІКАВО ЗНАТИ! Вплив вітаміну K на зсідання крові довів датський біохімік Х. Дам спільно з американським колегою Е.А. Дозі. У 1943 р. за це їм було присуджено Нобелівську премію. Український учений О.В. Паладін, засновник Інституту біохімії НАН України, 1944 р. синтезував водорозчинний аналог вітаміну K – вікасол, який нині широко застосовують у медичній практиці для зупинки невеликих внутрішніх кровотеч.





Мал. 79. 1. Схема механізму зсідання крові. 2. Утворення тромбу. ***Завдання.*** *Користуючись схемою, поясніть кожен етап зсідання крові*

Здоров'я людини. У деяких людей зсідання крові порушене. Таке захворювання називають ***гемофілією.*** Це спадкове захворювання, на яке хворіють переважно чоловіки. Передається воно по материнській лінії і характеризується тим, що у хворої людини навіть за незначних ушкоджень кровоносних судин кров не зсідається. Хворі на гемофілію, якщо не вживатимуть спеціальних ліків, можуть загинути від втрати крові навіть за незначного поранення.

У разі деяких захворювань (наприклад, атеросклерозу) кров може зсідатися всередині судини й утворювати в ній тромби. Вони можуть закупорювати кровоносні судини, що небезпечно для життя людини. В організмі людини є речовини, які запобігають зсіданню крові й утворенню тромбів. До них належать гепарин, який утворюється в різних органах, зокрема в печінці, і фермент сироватки крові – фібринолізин.

✿ *Ключові терміни і поняття:* **лейкоцити, тромбоцити, тромбопластин, фібриноген, фібрин, гемофілія.**

УЗАГАЛЬНИМО ЗНАННЯ

- Лейкоцити – це безбарвні клітини, що мають ядро. Вони різні за розмірами, формою, тривалістю життя. Основна їхня функція – захист організму від хвороботворних мікроорганізмів, чужорідних білків (антигенів), які проникають в організм людини.
- Тромбоцити – без'ядерні кров'яні пластинки. Вони беруть участь у процесах зсідання крові. Це складний процес, який завершується утворенням тромбу, що зупиняє кровотечу.

ПЕРЕВІРТЕ ТА ЗАСТОСУЙТЕ ЗДОБУТІ ЗНАННЯ

Дайте відповідь на запитання

1. Яка будова лейкоцитів? 2. Де утворюються лейкоцити? 3. Що таке імунітет? 4. Які особливості будови тромбоцитів? 5. Де утворюються і де руйнуються тромбоцити? 6. Яка роль тромбоцитів в організмі людини? 7. Що таке зсідання крові та як воно відбувається? 8. Як утворюється тромб?

Виберіть одну правильну відповідь

1. Виберіть характеристики лейкоцитів: а) мають червоне забарвлення; б) мають ядро; в) форма клітини постійна; г) не мають ядра.
2. Позначте основну функцію, яку виконують лейкоцити: а) транспортна; б) регуляторна; в) захисна; г) секреторна.
3. Укажіть орган, у якому утворюються тромбоцити: а) червоний кістковий мозок; б) селезінка; в) печінка; г) лімфатичні вузли.

ОБГОВОРІТЬ У ГРУПАХ. Порівняйте функції формених елементів крові.

ПОМІРКУЙТЕ. 1. Чому у здорової людини тромби не утворюються усередині судин? 2. Чому під час інфекційних та інвазійних захворювань кількість лейкоцитів у крові збільшується?

ТВОРЧЕ ЗАВДАННЯ. З допомогою дорослих, а також використовуючи різні джерела інформації, дізнайтеся, навіщо лікарям потрібен загальний аналіз крові хворого.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 1

Тема: *Мікроскопічна будова крові людини*
Обладнання та матеріали: мікроскопи, мікропрепарати крові людини.

Хід роботи

1. Підготуйте мікроскоп до роботи.
2. За малого збільшення мікроскопа розгляньте мікропрепарат крові людини. Зверніть увагу на кількість, форму і розміщення основних видів кров'яних клітин.

3. Переведіть мікроскоп на велике збільшення, розгляньте та порівняйте структуру еритроцитів і лейкоцитів.

4. Порівняйте форму, розміри, наявність ядра в еритроцитах і лейкоцитах людини. Складіть таблицю.

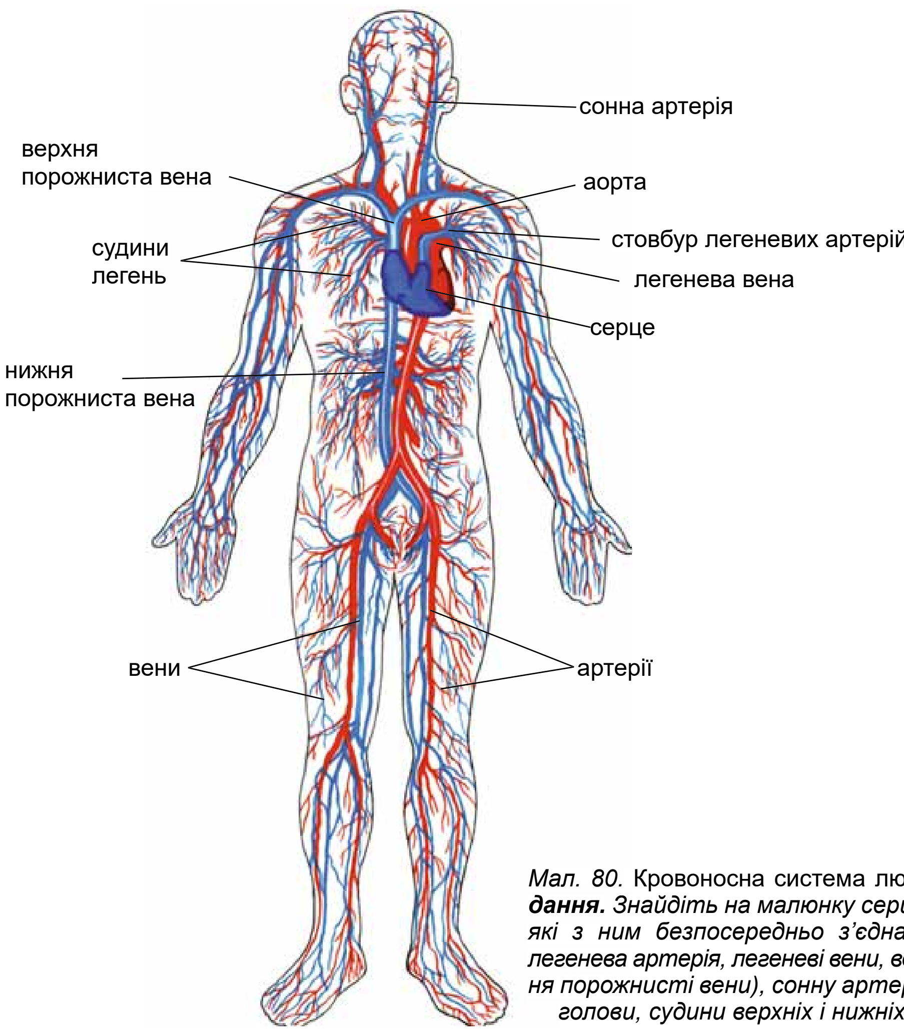
5. Зробіть висновки.

§ 20. СЕРЦЕ: ЙОГО БУДОВА ТА ФУНКЦІЇ

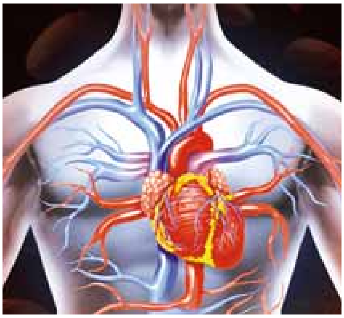
Пригадайте типи кровоносної системи у хребетних тварин. Які особливості будови серцевого м'яза? Які судини називають артеріями, а які – венами?

Рух крові по замкненій системі кровоносних судин і порожнин серця називають ***кровообігом***. Система, яка забезпечує кровообіг, має назву ***кровоносної***, або ***серцево-судинної***.

Яке значення кровообігу? Система органів кровообігу складається із серця і різноманітних за діаметром, будовою і функціями кровоносних судин (мал. 80). Свої основні функції (транспортну, регуляторну та захисну)



Мал. 80. Кровоносна система людини. ***Завдання.*** *Знайдіть на малюнку серце і судини, які з ним безпосередньо з'єднані (аорта, легенева артерія, легеневі вени, верхня і нижня порожнисті вени), сонну артерію, судини голови, судини верхніх і нижніх кінцівок*



Мал. 81. Розміщення серця в організмі людини

кров виконує завдяки постійному рухові по кровоносних судинах. Цей рух забезпечується ритмічними скороченнями серця, що працює як насос, і, створюючи тиск крові, перекачує її по кровоносній системі. Припинення руху крові, навіть короткочасне, смертельно небезпечне для організму. Клітини організму, особливо нервові, навіть кілька хвилин не можуть функціонувати без кисню і поживних речовин, які переносить кров.

Яка будова серця? **Серце** – порожнистий конусоподібний м'язовий орган, розміщений у грудній порожнині (мал. 81). Розширена його основа обернена вгору, а вузька верхівка – донизу. Дві третини серця знаходяться в лівій половині грудної порожнини, а одна – в правій. Таким чином, серце зміщене ліворуч від середньої лінії тіла. Серце дорослої людини в середньому 12–13 см завдовжки і до 9–10 см у діаметрі. Маса серця у чоловіків дещо більша, ніж у жінок: близько 300 г (у жінок – 220 г).

Зовні серце оточене еластичною навколосерцевою сумкою – ***перикардом,*** який оберігає його від надмірного розтягнення під час наповнення кров'ю. Внутрішні стінки навколосерцевої сумки виділяють рідину, що зволожує серце і зменшує його тертя об стінки перикарду під час скорочень.

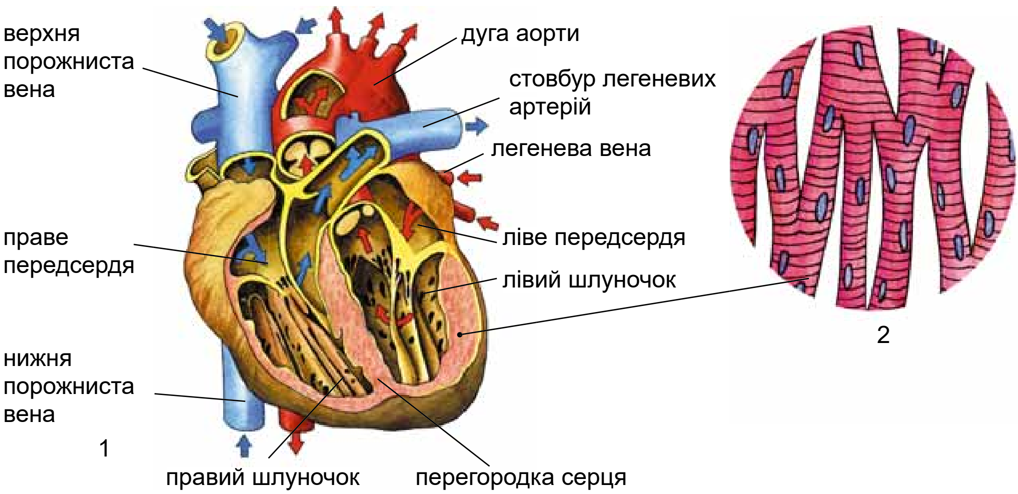
Стінка серця складається з трьох шарів: внутрішнього – ***ендокарда,*** середнього – м'язового – ***міокарда*** і зовнішнього – сполучнотканинного – ***епікарда.***

Міокард утворений особливою посмугованою м'язовою тканиною (мал. 82, 1 і 82, 2). Її клітини, на відміну від скелетних м'язових волокон, з'єднані між собою. Коли збуджується і скорочується одна клітина, то це збудження передається до всіх м'язових клітин передсердя чи шлуночка. Наслідком цього є їхнє одночасне скорочення.

ЗАПАМ'ЯТАЙТЕ! Завдяки особливостям будови діяльність серця підпорядкована правилу «**все або нічого**». Це означає, що у відповідь на подразнення або всі м'язові волокна серця відповідають скороченням, або, якщо подразник недостатньо сильний, вони не реагують на нього. При цьому сила скорочення серцевого м'яза не залежить від сили подразнення.

Ендокард вистеляє порожнини серця. Як і в інших ссавців, серце людини чотирикамерне: складається з двох передсердь (правого та лівого; верхня частина серця) і двох шлуночків (правого та лівого; нижня частина серця) (мал. 82). **Передсердя** – це відділи серця, у які кров збирається з вен. **Шлуночки** – це відділи серця, з яких кров надходить в артерії. Ліва і права частини серця розділені суцільною перегородкою, тому венозна та артеріальна кров у ньому не змішуються. У правій половині рухається венозна кров, у лівій – артеріальна.

Між порожнинами серця, а також між серцем та аортою і між серцем та легеневим стовбуром складки ендотелію утворюють клапани (*знайдіть їх на малюнку 82*). Так, між передсердями та шлуночками розташовані ***стулкові клапани.*** Правий клапан складається з трьох стулок (*тристулковий клапан*), а лівий – з двох (*двостулковий*) (мал. 83). До стулок при-

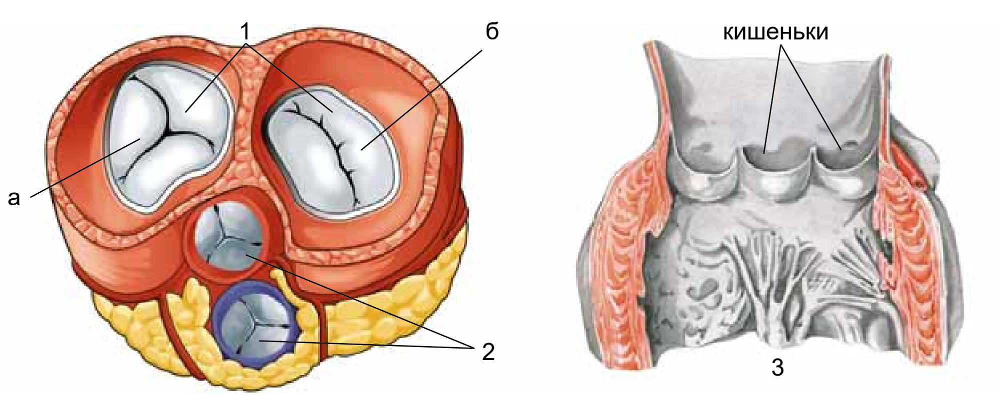


Мал. 82. 1. Будова серця. 2. Будова серцевого м'яза. ***Завдання.*** *Знайдіть на малюнку перегородку серця; передсердя (праве і ліве); шлуночки (правий і лівий); клапани (півмісяцеві і стулкові); аорту; легеневу артерію; порожнисті вени (верхню і нижню)*

кріплені сухожильні струни, які на протилежному кінці з'єднані зі стінками шлуночка особливими м'язами. Вони запобігають вивертанню клапанів у бік передсердь. Стулкові клапани забезпечують рух крові від передсердь до шлуночків і перешкоджають зворотному току крові до передсердь при скороченні шлуночків. На межі правого шлуночка та стовбура легеневих артерій й лівого шлуночка та аорти містяться ***півмісяцеві (кишенькові) клапани***. Кожен з них має вигляд трьох кишень, які вільно пропускають кров зі шлуночка у бік кровоносних судин та запобігають її поверненню із судин у бік серця (мал. 83).

М'язові оболонки передсердь і шлуночків роз'єднані між собою, тож передсердя та шлуночки здатні скорочуватися незалежно, однак узгоджено.

Шлуночки виконують більшу роботу, ніж передсердя, бо вони проштовхують кров по всій довжині судин, тоді як передсердя переганяють кров тільки до шлуночків. Тому м'язові стінки шлуночків значно товстіші, ніж



Мал. 83. Будова клапанів серця: 1 – стулкові: а – тристулковий; б – двостулковий; 2 – півмісяцеві (кишенькові); 3 – розгорнутий півмісяцевий (кишеньковий) клапан

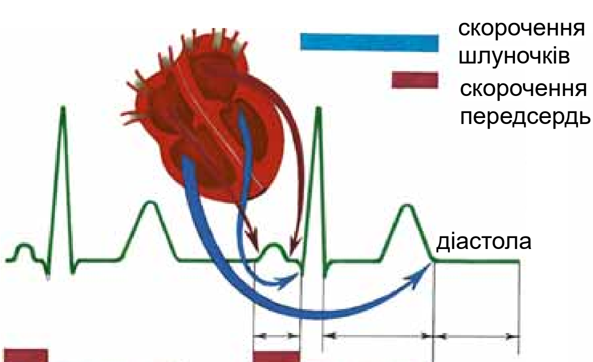
у передсердь. Найтовщою є стінка лівого шлуночка, бо саме скорочення лівого шлуночка виштовхують кров до великого кола кровообігу.

Які властивості серцевого м'яза? Серцевому м'язу завдяки особливостям його будови притаманні такі властивості: збудливість, скоротливість, провідність, автоматія. ***Збудливість*** – здатність серцевого м'яза сприймати подразники та відповідати на них збудженням. Збудження серцевого м'яза супроводжується його ***скороченням***. Збудження, яке виникає в певній ділянці серця, поширюється по всьому серцю завдяки ***провідності*** серцевого м'яза. Як ми згадували раніше, це забезпечується зв'язками між його клітинами. Тому серце скорочується як єдине ціле із чіткою послідовністю: спочатку передсердя, а потім – шлуночки.

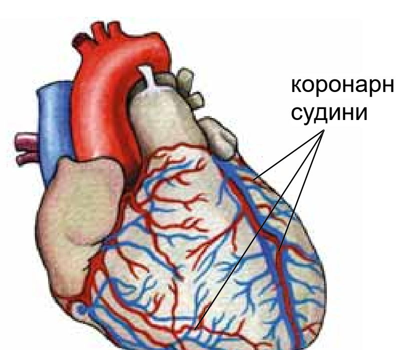
Автоматія серця – його здатність до ритмічних скорочень за відсутності дії будь-яких зовнішніх подразників чи впливу нервової системи. Автоматію забезпечує скупчення особливих м'язових клітин – так званих *водіїв ритму*. Ці клітини здатні до збудження без участі зовнішніх подразників. Вони утворюють імпульси із частотою 60–80 за хвилину. Головний центр утворення імпульсів – вузол, розташований у стінці правого передсердя.

Під час поширення збудження в серці виникають електричні струми, які розповсюджуються по всьому тілу. Це дає можливість дослідити ритм роботи серця. Найчастіше електричні сигнали серця реєструють з поверхні шкіри кінцівок і грудної клітки й записують у вигляді ***електрокардіограми*** (*пригадайте, як називають прилад, за допомогою якого записують електрокардіограму*). Вона відображає стан провідної системи серця і слугує одним із найважливіших діагностичних показників його роботи (мал. 84).

Як серце постачається кров'ю? Серцевий м'яз працює постійно і ритмічно без зупинки впродовж усього життя людини. Це головна фізіологічна відмінність між серцевим і скелетними м'язами. Тому серцевий м'яз потребує постійного надходження з кров'ю великої кількості кисню та поживних речовин. Для цього серце має дві ***коронарні,*** або ***вінцеві*** (від лат. *корона* – вінець), ***артерії***, що розгалужуються на безліч дрібних судин, аж до капілярів (мал. 85). Через коронарні артерії за добу протікає 500 л крові. Продукти обміну речовин і вуглекислий газ з клітин серця виводяться з венозною кров'ю через коронарні вени.



Мал. 84. Електрокардіограма



Мал. 85. Кровопостачання серця

Порушення постачання серця артеріальною кров'ю становить смертельну небезпеку. Його наслідком може бути ***інфаркт міокарда***, який супроводжується змертвінням ділянки серцевого м'яза. Причинами інфаркту можуть бути зменшення просвіту коронарних артерій унаслідок утворення в них тромбів, стискання їхніх стінок чи відкладання жирової речовини на внутрішній поверхні стінок судин.

Здоров'я людини. Інфаркт міокарда – смертельно небезпечне захворювання людини, що потребує негайної госпіталізації. У разі інфаркту міокарда людина відчуває сильний біль у грудній клітці, який поширюється в ліве плече, шию, вуха, нижню щелепу, ключиці, ділянку між лопатками. Для профілактики інфаркту міокарда необхідно вести здоровий та активний спосіб життя, повністю відмовитись від алкоголю і куріння, дотримуватись збалансованого харчування, уникати фізичного та нервового перенапруження, постійно контролювати свій артеріальний тиск.

✿ ***Ключові терміни і поняття:*** **епікард, міокард, ендокард, перикард, передсердя, шлуночки, півмісяцеві клапани, стулкові клапани, коронарні артерії, електрокардіограма.**

УЗАГАЛЬНИМО ЗНАННЯ

- Рух крові по судинах є необхідною умовою для підтримання життєдіяльності організму. Серце і кровоносні судини утворюють єдину систему кровообігу.
- Серце – порожнистий м'язовий орган, основна функція якого – перекачування крові по судинах. Серцевий м'яз здатний збуджуватися, проводити збудження і скорочуватися. Серце скорочується під впливом імпульсів, що виникають у самому серці. Цю його властивість називають *автоматією*.

ПЕРЕВІРТЕ ТА ЗАСТОСУЙТЕ ЗДОБУТІ ЗНАННЯ

Дайте відповіді на запитання

1. Де розміщене серце людини? 2. Що таке перикард? 3. Яка будова стінок серця? 4. Які особливості будови та функцій серцевого м'яза? 5. У чому полягає автоматія серця? 6. Що визначає ритм скорочень серця? 7. Які клапани розділяють передсердя та шлуночки? Які їхні функції? 8. Яка будова півмісяцевих клапанів? Які їхні функції? 9. Що означає правило «все або нічого»?

Виберіть одну правильну відповідь

1. Укажіть м'язову оболонку серця: а) ендокард; б) міокард; в) епікард; г) перикард.
2. Позначте складові серця людини: а) одне передсердя й один шлуночок; б) два передсердя і один шлуночок; в) два шлуночки й одне передсердя; г) два передсердя і два шлуночки.
3. Назвіть клапани, які розташовані між правим передсердям і шлуночком: а) півмісяцевий; б) двостулковий; в) тристулковий.
4. Укажіть кровоносні судини, які постачають серце киснем і поживними речовинами: а) аорта; б) легеневі артерії; в) коронарні артерії; г) коронарні вени.

Розв'яжіть задачу. Обчисліть кількість крові (л), яку перекачує серце людини за годину, якщо воно скорочується у середньому 70 разів за 1 хв, викидаючи при кожному скороченні з двох шлуночків 150 мл крові. Виберіть правильну відповідь: а) 630; б) 10,5; в) 105; г) 63.
Поясніть, чому необхідно підтримувати постійний рух крові.

ОБГОВОРІТЬ У ГРУПАХ. Дослідіть взаємозв'язок будови і функцій кровоносної системи, серця та серцевого м'яза.

ПОМІРКУЙТЕ. Як можна довести, що серце хребетних тварин скорочується автоматично?

ТВОРЧЕ ЗАВДАННЯ. Підготуйте коротке повідомлення з використанням комп'ютерної презентації «О.О. Кулябко – один з основоположників реаніматології».

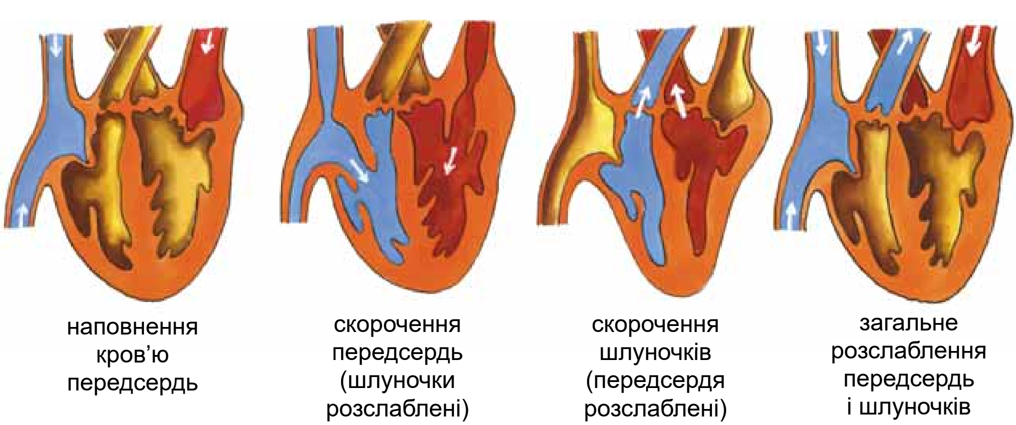
§ 21. ПОНЯТТЯ ПРО СЕРЦЕВИЙ ЦИКЛ. РОБОТА СЕРЦЯ ТА ЇЇ РЕГУЛЯЦІЯ

Пригадайте будову серцевого м'яза. Які серцеві клапани називають стулковими, а які – півмісяцевими? Яка їхня функція?

Що таке серцевий цикл? Які його фази? Серце працює циклічно, ритмічно чергуючи скорочення та розслаблення передсердь і шлуночків, що разом має назву **серцевий цикл**. Він складається з трьох фаз: скорочення передсердь – ***систола передсердь***, скорочення шлуночків – ***систола шлуночків*** та загального розслаблення – ***діастоли*** (*див. таблицю 9*) (мал. 86). Серце людини в стані спокою здійснює 65–75 циклів за хвилину.

Під час ***першої фази*** (її тривалість близько 0,1 с) передсердя скорочуються, а шлуночки розслаблені: стулкові клапани відкриті, завдяки чому кров потрапляє у шлуночки. Півмісяцеві клапани натомість закриті. Під час ***другої фази*** (її тривалість 0,3 с) передсердя розслаблені, а шлуночки скорочуються: стулкові клапани закриваються, а півмісяцеві – відкриваються, і кров потрапляє в аорту і стовбур легеневих артерій. ***Третя фаза*** загального розслаблення триває 0,4 с. У цей час передсердя і шлуночки розслаблені, кров вільно потрапляє до серця з вен (легеневих, нижньої та верхньої порожнистих). Отже, повний серцевий цикл триває 0,8 с. За цей час м'язові волокна передсердь 0,1 с працюють та 0,7 с відпочивають, а шлуночків – відповідно 0,3 та 0,5 с. Саме відносно великий час відпочинку визначає здатність серцевого м'яза працювати не втомлюючись упродовж усього життя.

Кількість серцевих циклів, які серце здійснює впродовж однієї хвилини, називають ***частотою серцевих скорочень***. При скороченні серця дорослої людини в стані спокою кожний шлуночок виштовхує в артерії приблизно 65 мл крові. За хвилину серце перекачує близько 5 л крові, а за рік – майже 2,6 млн літрів. У момент викиду крові в аорту тиск у ній



Мал. 86. Серцевий цикл

підвищується, а стінки розтягуються. Таке розтягнення завдяки щільності та пружності стінок кровоносних судин хвилеподібно поширюється зі швидкістю, яка значно перевищує швидкість руху крові, від аорти до артерій. Коливання стінок артерій, які виникають у відповідь на кожне скорочення серця, називають ***артеріальним пульсом***.

Таблиця 9

Фази серцевого циклу

Фаза	Що відбувається	Тривалість (с)	Напрямок руху крові
I. Систола передсердь	Скорочення передсердь. Шлуночки розслаблені	0,1	За цей час кров з передсердь виштовхується у розслаблені шлуночки
II. Систола шлуночків	Скорочення шлуночків. Передсердя розслаблені	0,3	Кров з правого шлуночка виштовхується до стовбура легеневих артерій, а з лівого – до аорти
III. Діастола	Загальне розслаблення передсердь і шлуночків	0,4	Весь серцевий м'яз перебуває у стані спокою або загального розслаблення
Серцевий цикл		0,8	

Завдання. *Користуючись таблицею 9, поясніть фази серцевого циклу. Яке це має значення для роботи серця?*

У здорової людини пульс ритмічний, має частоту 65–75 ударів за хвилину. У разі збільшення частоти серцевих скорочень тривалість серцевого циклу скорочується переважно за рахунок періоду відпочинку. За пульсом можна визначити частоту, ритмічність і силу серцевих скорочень, що вказує на функціональний стан як серцево-судинної системи, так і всього організму. Пульс відчувається у місцях, де великі артерії підходять близько до поверхні тіла, наприклад на внутрішньому боці зап'ястка, на скронях, по боках шиї. Кожне коливання відповідає скороченню серця.

Пересвідчимося у цьому, виконавши лабораторне дослідження.

ЛАБОРАТОРНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ

Вимірювання частоти серцевих скорочень

Обладнання: годинник із секундною стрілкою.

1. Знайдіть у себе на зап'ястку пульс, як це показано на малюнку 87. Потренуйтесь швидко його знаходити.
2. Увімкніть секундомір і полічіть кількість ударів за 30 с.
3. Отримані дані помножте на 2. Так ви підрахуєте число серцевих скорочень за хвилину.
4. Підрахуйте, скільки скорочень робить серце за добу. За тиждень, рік?



Мал. 87. Знаходження пульсу на зап'ястку

Як серце зберігає свою працездатність? Будь-який, навіть найбільш тренований, скелетний м'яз через певний час роботи відчуває втому і потребує відпочинку. Серцевий м'яз працює без відпочинку. Чим це зумовлено? Міокард за 60 років життя людини в середньому скорочується 2,3 млрд разів і перекачує понад 150 млн літрів крові. Така виняткова працездатність зумовлена ритмічністю його роботи (після скорочення обов'язково відбувається розслаблення), високим рівнем кровопостачання міокарда (по коронарних артеріях до серцевого м'яза надходить найбагатша на кисень і поживні речовини кров).

Як регулюється робота серця? Хоча серце скорочується автоматично, частота і сила його скорочень залежать від умов довкілля і стану організму. Наприклад, за інтенсивної роботи чи під час виконання фізичних вправ частота серцевих скорочень зростає. На роботу серця впливають також зміна температури довкілля, біль, різні емоції (гнів, страх, радість тощо). Усі вони посилюють або послаблюють серцеву діяльність.

Для того щоб пристосувати роботу серця до різних потреб організму, існують механізми нервової та гуморальної регуляції його діяльності. Однак серце – особливий орган, який, крім нейрогуморальних регуляторних механізмів, має і ***внутрішньосерцеві***. Найважливішим з них є внутрішньосерцева регуляція сили скорочення серцевих м'язів пропорційно кількості крові, яка притікає до серця. Тобто що більше розтягуються шлуночки, то потужніше їхнє скорочення.

До серця підходять нерви тієї частини нервової системи, яка регулює роботу внутрішніх органів. Центр регуляції серцевої діяльності, який гальмує роботу серця, розташований у відповідному відділі головного мозку. Нервові волокна, які прискорюють діяльність серця, пов'язані з грудною ділянкою спинного мозку. Імпульси, які надходять до серця по цих нервових волокнах, збільшують силу скорочень, прискорюють їхню частоту, поліпшують провідність і збудливість серцевого м'яза. За умов спокою або під час сну серце зменшує силу і частоту скорочень за рахунок послаблення впливу цих нервових волокон. Нервові центри, які регулюють роботу серця, діють узгоджено: якщо один з них збуджується, то інший – гальмується.

Серед гуморальних чинників найсильніше впливає на роботу серця гормон адреналін (*пригадайте, цей гормон регулює також процеси дихання*). Він збільшує частоту і силу серцевих скорочень. Саме тому в критичних ситуаціях зупинки серця з метою змусити його працювати лікарі вводять адреналін безпосередньо в серце. Серцеву діяльність також посилює гормон щитоподібної залози тироксин (детальніше про залози внутрішньої секреції та гормони, які вони виробляють, ви дізнаєтесь згодом). Діяльність серця активує підвищення концентрації у крові йонів Кальцію. Зростання вмісту йонів Калію, навпаки, гальмує діяльність серця.

Здоров'я людини. Фізична діяльність (фізична праця, регулярні спортивні тренування) поліпшує роботу серця. У тренованої людини при фізичних чи психічних навантаженнях посилене кровопостачання органів забезпечується не стільки за рахунок збільшення частоти серцевих скорочень, скільки за рахунок збільшення сили скорочення. Це пояснюють тим, що треноване серце за одне скорочення викидає набагато більше крові, ніж нетреноване. Його стінки мають товщі м'язи, а об'єм камер збільшений. Наприклад, у спортсменів за одне скорочення серце може викидати 200–250 мл

крові за норми 65 мл; частота скорочень у стані спокою може становити лише 35–40 за хвилину, що збільшує періоди відпочинку серця. У нетренованої людини кровообіг посилюється насамперед за рахунок збільшення частоти скорочень. Це зумовлює втому серця: в клітинах серця спостерігають нестачу поживних речовин, накопичуються продукти обміну, скорочення стають повільнішими, постачання органів і тканин киснем і поживними речовинами – недостатнім.

Порушувати роботу серця можуть великі емоційні навантаження. Більшість людей знає, що за значних хвилювань, стресів серцева діяльність може порушитись – розвинеться так званий серцевий напад. Він супроводжується прискореним або, навпаки, сповільненим серцебиттям, порушенням скорочення серцевого м'яза.

ЦІКАВО ЗНАТИ! Зменшення частоти серцевих скорочень до 45–50 ударів за хвилину має назву *брадикардія.* Прискорене серцебиття називають *тахікардією.* За частого серцебиття шлуночки не встигають наповнитися кров'ю, у результаті чого знижується артеріальний тиск та зменшується приплив крові до органів. Погіршуються умови кровопостачання самого серця, оскільки воно здійснює велику роботу в одиницю часу та потребує більше кисню, а погані умови кровопостачання серця збільшують ризик інфаркту. Розлади ритмічності, послідовності й сили скорочень серцевого м'яза називають *аритмією*. Вони зумовлені порушеннями його автоматизму скорочень, збудливості, провідності.

Отже, для тренування серця необхідно розумову працю чергувати з фізичними вправами, частіше бувати на свіжому повітрі. Фізичні навантаження треба збільшувати поступово. Надмірна робота на початку тренування спричинить перевантаження серця і може призвести до його виснаження. Особливо важливо дотримуватись цього правила підліткам 14–17 років, у яких судинна система відстає в своєму розвитку від темпів розвитку серця.

ЗАПАМ'ЯТАЙТЕ! У разі порушень роботи серця (зміни частоти та ритму скорочень, болю в ділянці серця тощо) слід негайно звернутись до лікаря.

Великої шкоди серцю завдає вживання алкоголю, наркотичних речовин та тютюнокуріння. Ці речовини різко прискорюють скорочення серця, виснажують серцевий м'яз. Систематичне вживання алкоголю порушує обмін речовин у м'язових клітинах серця, спричиняючи їх поступове переродження і відмирання.

✿ ***Ключові терміни і поняття:*** **серцевий цикл, систола, діастола, артеріальний пульс.**

УЗАГАЛЬНИМО ЗНАННЯ

● Ритмічні скорочення серця складають серцевий цикл, у якому виділяють три фази: скорочення передсердь, скорочення шлуночків і загальне розслаблення. Ритм серця є основою його здатності підтримувати високу працездатність упродовж усього життя людини. Робота серця полягає в забезпеченні безперервної течії крові по кровоносних судинах. Пристосування серця до потреб організму досягається завдяки саморегуляції, нервовій і гуморальній регуляції роботи серця.

ПЕРЕВІРТЕ ТА ЗАСТОСУЙТЕ ЗДОБУТІ ЗНАННЯ

Дайте відповідь на запитання

1. З яких фаз складається серцевий цикл? 2. Які основні характеристики окремих фаз серцевого циклу? 3. Що впливає на діяльність серця? 4. Як здійснюється

нервова регуляція роботи серця? 5. За рахунок чого відбувається гуморальна регуляція серцевої діяльності? 6. Як людина може зміцнювати своє серце? 7. Чому слід уникати надмірних фізичних перевантажень і стресів?

Виберіть одну правильну відповідь

1. Укажіть тривалість серцевого циклу при частоті серцевих скорочень 72 уд./хв: а) 0,1 с; б) 0,3 с; в) 0,4 с; г) 0,8 с.
2. Укажіть тривалість систоли шлуночків: а) 0,1 с; б) 0,3 с; в) 0,4 с; г) 0,8 с.
3. Укажіть тривалість діастоли: а) 0,1 с; б) 0,3 с; в) 0,4 с; г) 0,8 с.
4. Укажіть показники частоти пульсу (уд./хв) у дорослої людини (в нормі): а) 60–75; б) 72–85; в) 72–80; г) 80–90.

Розв'яжіть задачу. Обчисліть, скільки крові (л) перекачує серце людини за годину, якщо воно скорочується у середньому 70 разів за 1 хв, викидаючи при кожному скороченні з двох шлуночків 150 мл крові. Виберіть правильну відповідь: а) 630; б) 10,5; в) 105; г) 63.

ОБГОВОРІТЬ У ГРУПАХ. I група. Схарактеризуйте фази серцевого циклу. II група. Схарактеризуйте чинники, що впливають на регуляцію роботи серця.

ПОМІРКУЙТЕ. Який існує зв'язок між нервовою та гуморальною регуляцією діяльності серця?

З допомогою дорослих виконайте ***дослідницький практикум***.

Самоспостереження за частотою серцевих скорочень упродовж доби, тижня

Хід спостереження

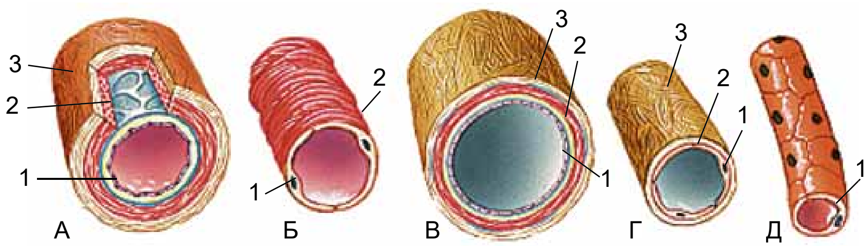
1. Підрахуйте число серцевих скорочень за хвилину (пульс) упродовж доби (вранці (до уроків), після уроків і перед сном) і впродовж тижня. Дані оформіть у вигляді таблиці.
2. За результатами вимірювання побудуйте графік.
3. Зробіть висновок про зміни частоти серцевих скорочень упродовж доби і тижня.

§ 22. БУДОВА ТА ФУНКЦІЇ КРОВОНОСНИХ СУДИН. РУХ КРОВІ ПО ЗАМКНЕНІЙ СИСТЕМІ КРОВОНОСНИХ СУДИН. АРТЕРІАЛЬНИЙ ТИСК

Пригадайте особливості кровообігу у різних груп хребетних тварин: риб, амфібій, рептилій, птахів, ссавців. Яку кровоносну систему називають замкненою, а яку – незамкненою? Що таке велике та мале кола кровообігу?

Ми вже згадували, що кровоносна система людини, крім серця, включає різні за розміром, будовою і функціями кровоносні судини, якими рухається кров.

Які бувають кровоносні судини та яка їхня будова? Розрізняють три види кровоносних судин: артерії, вени і капіляри. ***Артерії*** (мал. 88, А) – судини, якими кров від серця прямує до різних органів і тканин, незалежно від того, чи артеріальна вона (надходить з лівого шлуночка), чи венозна (надходить з правого шлуночка). Найбільша артерія в організмі людини – ***аорта*** – бере початок від лівого шлуночка серця.



Мал. 88. Схема будови кровоносних судин: А – артерії; Б – артеріоли; В – вени; Г – венули; Д – капіляра (1 – ендотелій; 2 – м’язова оболонка; 3 – сполучнотканинна оболонка)

Стінки артерій складаються з трьох шарів: внутрішній – утворений одним шаром епітеліальних клітин (ендотелієм); середній шар стінок артерій утворюють кільцеві й поздовжні непосмуговані м’язи, а зовнішній – волокниста сполучна тканина. Ступінь скорочення м’язів середнього шару регулює діаметр артерій і тим самим – рівень тиску крові.

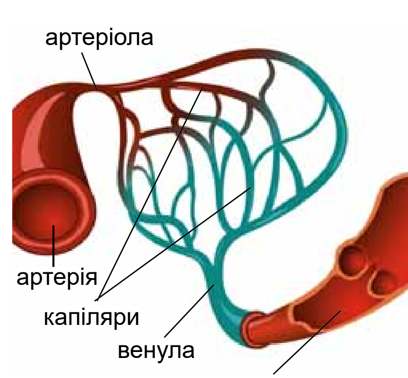
У стінках великих артерій, таких як аорта чи стовбур легеневих артерій, переважають еластичні волокна, які запобігають їхньому надмірному розтягненню. Найдрібніші артерії – *артеріоли* (мал. 88, Б).

Вени – судини, які несуть кров від органів і тканин до серця (мал. 88, В). Їхня стінка, як і в артерій, складається з трьох шарів. Але, оскільки тиск крові у венах порівняно з артеріями менший, стінки вен тонші. Крім того, у венах є *кишенькові (півмісяцеві) клапани*. Вони вільно пропускають кров у бік серця і перешкоджають її руху в зворотному напрямку. Найдрібніші вени називають *венулами* (мал. 88, Г). Ними кров від капілярів надходить до системи вен.

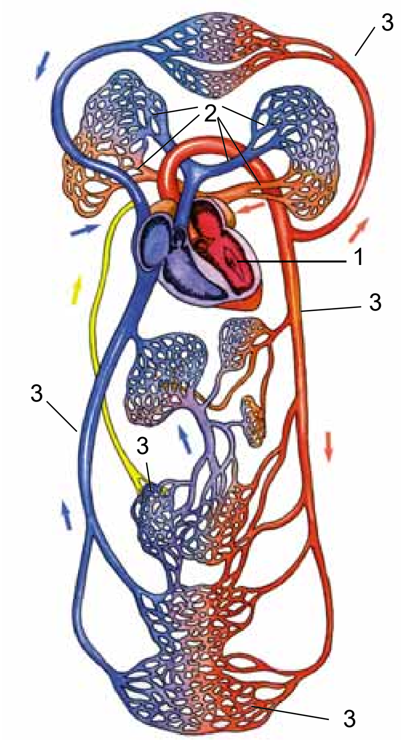
Капіляри – мікроскопічні судини діаметром 4–20 мкм та завдовжки до 1 мм, які сполучають артерії з венами. Тонка стінка капілярів складається лише з одного шару плоских клітин ендотелію (мал. 88, Д). Завдяки цьому через їхні стінки може відбуватись обмін речовинами з тканинною рідиною, яка заповнює міжклітинні простори. Через стінки деяких капілярів можуть проходити навіть цілі клітини, наприклад певні типи лейкоцитів (*див. мал. 75*). Капіляри утворюють в органах і тканинах густу сітку.

ЦІКАВО ЗНАТИ! У м’язах на 1 мм^2 поперечного перерізу налічують понад 2 тис. капілярів. У стані спокою відкритими є лише 5–10 % з них, тоді як інші закриті за допомогою особливих м’язів-затискачів. Під час активної діяльності органа ці м’язи розслабляються і капілярний кровообіг різко зростає. Загальна площа перетину всіх капілярів тіла людини становить приблизно 6300 м^2, а їхня кількість – близько 150 млрд. Якщо всі капіляри організму людини скласти в лінію, ними можна було б оперезати земну кулю 2,5 раза (загальна довжина капілярів сягає 100 тис. км).

ЗАПАМ’ЯТАЙТЕ! Капіляри забезпечують зв’язки між артеріальною та венозною системами кровообігу (мал. 89). Це є однією з умов підтримання гомеостазу організму людини.



Мал. 89. Сітка капілярів



Мал. 90. Схема кровообігу людини: 1 – серце; 2 – судини малого кола кровообігу; 3 – судини великого кола кровообігу

Що таке велике і мале кола кровообігу? Усі артерії, вени і капіляри об'єднані у дві системи судин, які пов'язані із серцем, – велике і мале кола кровообігу (мал. 90). **Велике коло кровообігу** починається від лівого шлуночка серця аортою, куди надходить артеріальна кров. Розгалуженнями аорти (артеріями) кров надходить до всіх органів і тканин тіла та потрапляє до капілярів. Там вона перетворюється на венозну і системою вен надходить до правого передсердя, а звідти – у правий шлуночок серця. Найбільшими венами нашого організму є верхня та нижня порожнисті. Вони впадають у праве передсердя.

Верхня порожниста вена – товстий короткий стовбур, розташований у грудній порожнині. Вона збирає кров від голови, шиї, грудей і верхніх кінцівок. *Нижня порожниста вена* значно довша і починається у черевній порожнині. Вона збирає кров від нижніх кінцівок, органів черевної порожнини (*див. мал. 80*).

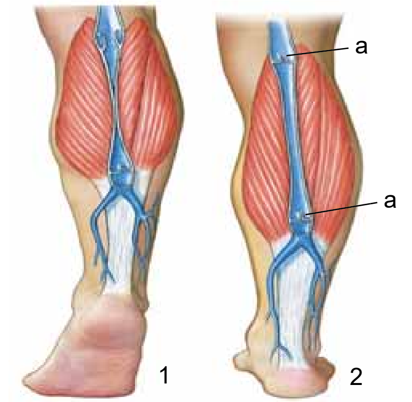
Мале (легеневе) коло кровообігу починається від правого шлуночка серця легеневим артеріальним стовбуром, який розгалужується на праву і ліву легеневі артерії, що несуть кров до легень. Ви вже знаєте, що у капілярах легень відбувається газообмін, і венозна кров перетворюється на артеріальну. Легеневими венами вона тече до лівого передсердя, а з нього – у лівий шлуночок, звідки знову потрапляє у велике коло кровообігу.

ЗАПАМ'ЯТАЙТЕ! В артеріях великого кола кровообігу тече артеріальна кров, а у венах – венозна; у малому колі кровообігу навпаки: артерії містять венозну кров, а вени – артеріальну.

Як рухається кров по судинах? Як вам відомо з курсу фізики, рух рідини в будь-якій трубці залежить від різниці тиску на її кінцях: рідина тече в напрямку зменшення тиску. Якщо ця різниця відсутня, то рідина не тече. Тому рух крові по судинах можливий лише за певної різниці тисків, яку створює і постійно підтримує серце завдяки скороченням шлуночків. Під час скорочення шлуночків в аорту та стовбур легеневих артерій викидається кров, яка тисне на стінки цих артерій. Цей тиск зростає під час скорочення шлуночків і знижується під час їхнього розслаблення. Він має назву ***артеріального***. Найвищий артеріальний тиск в аорті – до 150 мм рт. ст. З подальшим просуванням крові судинами він знижується: в артеріях середнього діаметра його найвищі значення становлять 110–130 мм рт. ст., а при розслабленні шлуночків – 60–80 мм рт. ст. У капі-

лярах тиск не перевищує 22 мм рт. ст. та ще більше знижується у венах (тиск крові в порожнистих венах дорівнює 0 мм рт. ст.).

Важливе значення у забезпеченні кровообігу мають скорочення скелетних м'язів. Вони стискають стінки вен, сприяючи руху крові до серця (мал. 91, 1). Під час вдиху тиск у грудній клітці стає нижчим за атмосферний, а в черевній порожнині, де перебуває більша частина крові, він вищий. Це також зумовлює рух крові по венах. Не менш важливою при надходженні крові по венах до серця є присмоктувальна сила передсердь серця (*пригадайте, як за допомогою гумової груші можна в неї набрати рідину*). Кров по венах тече лише в одному напрямку – до серця. Зворотному її руху протидіють кишенькові клапани (мал. 91, 2).

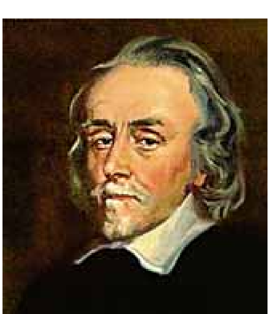


Мал. 91. Рух крові по венах: 1 – скорочення м'язів проштовхують кров по венах у напрямку серця; 2 – кишенькові клапани (а) запобігають зворотному руху крові

Час повного обігу крові великим і малим колами разом становить близько 20–25 с. При цьому мале коло кров проходить за 4–5 с, а велике – за 15–20 с. Найбільша швидкість кровотоку в аорті (приблизно 50–60 см/с). У міру просування крові від великих артерій (аорта, стовбур легеневих артерій) швидкість руху крові знижується. Найменшою вона стає в капілярах (0,3–0,5 мм/с). Це має важливе фізіологічне значення: повільний рух крові по капілярах сприяє кращому обміну речовин між кров'ю та прилеглими тканинами. Швидкість руху крові від капілярів до вен поступово зростає до 10–15 см/с.

ЗАПАМ'ЯТАЙТЕ! Через вени щоразу в обидва передсердя надходить така сама кількість крові, яка виходить зі шлуночків.

Здоров'я людини. Найпростішими методами діагностичної оцінки діяльності серцево-судинної системи є вимірювання пульсу та артеріального тиску. Ви вже навчилися вимірювати пульс, виконуючи лабораторне дослідження. Артеріальний тиск тривалий час вимірювали так: на плече людині накладали гумову манжету, накачували її повітрям, перетискаючи плечову артерію. Потім повітря починали потроху випускати, зменшуючи тиск. Нижче місця стискання прикладали спеціальний прилад – фонендоскоп. Коли тиск в артерії ставав дещо більшим за тиск у манжеті, можна було почути звуки – удари пульсових хвиль об стінки частково перетиснутої артерії. Це відповідало систолічному тискові. Значення тиску при зникненні звуків відповідало діастолічному тискові. Тепер лікарі використовують переважно автоматичні тонометри.


Мал. 92. Вільям Гарвей (1578–1657) – англійський лікар, анатом, фізіолог і ембріолог

ЦІКАВО ЗНАТИ! Закономірності руху крові по замкненому колу кровоносних судин уперше описав 1628 р. В. Гарвей (мал. 92). За визначні наукові досягнення йому за життя було встановлено пам'ятник у Королівському коледжі лікарів у Лондоні.

Як регулюється кровообіг? Рух крові по судинах регулюють нервова система та деякі біологічно активні речовини. Нервова регуляція руху крові має низку особливостей. Так, до непосмугованих м'язових волокон стінок переважної більшості судин підходять лише ті нерви, імпульси від яких звужують просвіт судин і, відповідно, підвищують тиск крові. Загальну регуляцію руху крові забезпечує судинно-руховий центр відповідного відділу головного мозку. Важливе значення для кровообігу має і гуморальна регуляція. Так, деякі гормони (серед яких уже відомий вам адреналін) звужують діаметр кровоносних судин, підвищуючи тиск крові в них. Інші біологічно активні сполуки, навпаки, можуть розширювати просвіт кровоносних судин.

Інтенсивність кровообігу залежить і від фізичних навантажень, температури тіла тощо. Органи, які працюють, завжди потребують поліпшеного кровопостачання, бо з кров'ю вони отримують додаткові поживні речовини та кисень.

Здоров'я людини. У разі захворювання серцево-судинної системи кровопостачання органів і тканин може порушуватись. У таких людей можливі різкі звуження просвіту судин – *спазми*. Пошкодження кровоносних судин спричиняє зовнішню або внутрішню кровотечу, яка призводить до порушення постачання органів і тканин киснем і поживними речовинами та накопичення в них отруйних продуктів життєдіяльності. Втрата 2–2,5 л крові смертельна для людини.

Стійке підвищення артеріального тиску спричиняє ***гіпертонічну хворобу***. Вона часто супроводжується зниженням працездатності, важкими порушеннями функцій різних органів і систем. Порушення кровообігу при гіпертонії спричиняє головні болі, запаморочення, іноді – стан непритомності. Важкими наслідками гіпертонії є внутрішні крововиливи в мозок (***інсульт***) як наслідок високого тиску крові та крихкості стінок судин. Стійке зниження артеріального тиску – ***гіпотонія*** – супроводжується загальною слабкістю, кволістю, запамороченням тощо внаслідок погіршення кровопостачання різних органів, зокрема головного мозку. Гіпотонію спричинюють неправильний спосіб життя (недостатні фізичні навантаження, порушення режиму праці та відпочинку, недостатнє харчування), недокрів'я тощо.

✿ *Ключові терміни і поняття:* **артерії, вени, капіляри, мале коло кровообігу, велике коло кровообігу, артеріальний тиск, гіпертонія, гіпотонія.**

УЗАГАЛЬНИМО ЗНАННЯ

- Судини системи кровообігу – артерії, вени та капіляри людини – утворюють велике і мале кола кровообігу. По малому колу кров від правого шлуночка надходить до легень, де забирає кисень і віддає вуглекислий газ. По великому колу кровообігу кров із лівого шлуночка розносить кисень і поживні речовини до клітин усього тіла і забирає від них вуглекислий газ і продукти розщеплення речовин, які виводяться з організму. Регулюють кровообіг нервова система та гуморальні чинники.
- Рух крові забезпечується різницею тисків на початкових ділянках (де він вищий) і в кінцевих (де він нижчий) малого та великого кіл кровообігу. Підвищення артеріального тиску щодо норми називають *гіпертонією*, а зниження – *гіпотонією*.

ПЕРЕВІРТЕ ТА ЗАСТОСУЙТЕ ЗДОБУТІ ЗНАННЯ

Дайте відповіді на запитання

1. Що таке кровообіг? 2. Які є види кровоносних судин? 3. Які особливості будови артерій? 4. Які особливості будови вен? 5. Яка будова капілярів? 6. Які ви знаєте

кола кровообігу? 7. Які судини утворюють велике коло кровообігу та які його функції? 8. Порівняйте особливості будови та функції великого і малого кіл кровообігу.

Виберіть одну правильну відповідь

1. Укажіть кровоносні судини, які несуть кров від серця до органів і тканин: а) капіляри; б) артерії; в) вени; г) венули.
2. Укажіть кровоносні судини, через стінки яких відбувається обмін речовин між кров'ю і тканинною рідиною: а) артерії; б) вени; в) венули; г) капіляри.
3. Укажіть кровоносні судини, які мають півмісяцеві клапани: а) аорта; б) артерії; в) капіляри; г) вени.

ОБГОВОРІТЬ У ГРУПАХ. I група. Схарактеризуйте шлях, який проходить кров по малому колу кровообігу, та його значення. II група. Простежте шлях крові по великому колу кровообігу.

ПОМІРКУЙТЕ. Чому мале коло кровообігу називають *легеневим*?

ТВОРЧЕ ЗАВДАННЯ. Підготуйте презентацію на тему «С.С. Брюхоненко – видатний учений-фізіолог».

§23. ПЕРША ДОПОМОГА ПРИ КРОВОТЕЧАХ. СЕРЦЕВО-СУДИННІ ЗАХВОРЮВАННЯ ТА ЇХ ПРОФІЛАКТИКА

Пригадайте *з курсу основ здоров'я*, що таке кровотеча, яке значення має уміння надати першу допомогу при кровотечах. Які особливості будови серця, судин? Яке захворювання називають гіпертонією? Що таке гемофілія?

У разі ушкодження судин виникають **кровотечі**. Швидка значна втрата крові дуже небезпечна для організму. Вона призводить до зниження кров'яного тиску, порушення кровопостачання мозку, серця й усіх інших органів.

ЗАПАМ'ЯТАЙТЕ! Вчасне припинення кровотечі рятує життя людині.

Які бувають види кровотеч? Розрізняють капілярну, венозну й артеріальну кровотечі. ***Капілярна кровотеча*** – це пошкодження найдрібніших судин (капілярів). Вона виникає навіть за незначного поранення. Оскільки кров по капілярах тече повільно і під невеликим тиском, то капілярні кровотечі легко зупиняються. Пошкоджені капіляри швидко закриваються тромбом, що утворюється під час зсідання крові. Першою допомогою в разі капілярних кровотеч є знезараження місця поранення розчином гідроген пероксиду або йодною настойкою і накладання на нього стерильної пов'язки.

Капілярною є й кровотеча з носа. Щоб її припинити, затисніть ніс, а на перенісся покладіть хустинку, змочену холодною водою (мал. 93).



Мал. 93. Перша допомога у разі кровотечі з носа

Венозна кровотеча – це ушкодження поверхневих вен (мал. 94, 1). Щоб зупинити венозну кровотечу, достатньо накласти на рану пов'язку, що стисне стінки уражених судин (мал. 94, 2). Якщо ж ушкоджена велика вена, то накладають тиснучий джгут нижче місця по-



Мал. 94. 1. Венозна кровотеча. 2. Накладання пов’язки у разі венозної кровотечі

ранення. Після надання першої допомоги потерпілого відправляють у травматологічний пункт.

Артеріальна кровотеча – це ушкодження артерій, у результаті чого кров витікає у вигляді пульсуючого струменя, подібного до фонтана (мал. 95, 1). Ця кровотеча дуже небезпечна для життя й потребує негайних дій. У разі артеріальної кровотечі поранену кінцівку треба підняти вгору – це зменшить кровотечу. Вище місця ураження (ближче до тіла) накласти особливий медичний джгут, який перетисне ушкоджену судину. Саморобний джгут можна виготовити з рушника, чистої ганчірки, простирадла тощо. Спосіб накладання джгута показаний на малюнку 95, 2. Перед його накладанням на поранене місце слід покласти чистий бинт або шматок матерії.

ЗАПАМ’ЯТАЙТЕ! Щоб не пошкодити нерви і шкіру, джгут накладають поверх одягу, хустки або іншої м’якої тканини. Коли джгута немає, можна скористатися ременем або ж зробити закрутку з будь-якого шнура, тканини. Для цього між тканиною і тілом вставляють міцну палицю і закручують тканину до зупинки кровотечі. Потім палицю прибинтовують до тіла. Після зупинки кровотечі потерпілого треба негайно відправити до лікарні. Джгут залишають на кінцівках не більш як на 1,5–2 години, а в холодну пору року – на 1 годину, інакше настане омертвіння тканин. Щоб цьому запобігти, до джгута приколюють записку з точним зазначенням часу його накладання. Якщо потерпілого за цей час неможливо доставити до лікарні, через 1,5–2 години джгут послабляють на 1–2 хвилини. Якщо кровотеча триває, джгут знову затягують.



Мал. 95. 1. Артеріальна кровотеча. 2. Накладання джгута. ***Завдання.*** *Охарактеризуйте використання зазначених способів зупинки кровотеч відповідно до уражених ділянок тіла*

Надзвичайно небезпечні для здоров'я і життя людини ***внутрішні кровотечі*** – крововиливи в черевну та грудну порожнини, порожнину черепа тощо. Виявити їх можна за зовнішнім виглядом людини – вона блідне, дихання стає поверхневим, пульс частішає та слабшає, виступає липкий холодний піт. У такому разі треба негайно викликати «швидку медичну допомогу». До прибуття лікаря потерпілого вкладають у ліжко або надають напівлежачого положення і до можливого місця кровотечі прикладають грілку, пляшку чи поліетиленовий пакет, наповнені холодною водою або (найкраще) льодом чи снігом.

Які хвороби вражають серцево-судинну систему? Серед різних хвороб захворювання серцево-судинної системи є найпоширенішими у світі. Саме вони призводять до тимчасової або повної втрати працездатності. Якщо раніше ці хронічні хвороби були притаманні переважно людям літнього віку, то тепер патологічні порушення серцево-судинної системи спостерігають навіть у дітей.

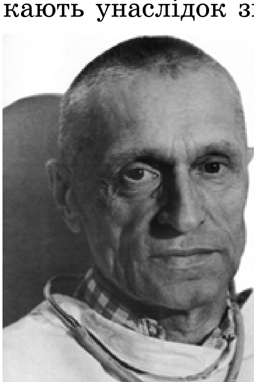


Мал. 96. Такий вигляд має штучний клапан серця

Так, **вади серця** супроводжуються порушенням будови та функцій серцевих клапанів або прилеглих до серця ділянок артерій чи вен. Ці ушкодження розвиваються внаслідок деяких захворювань, наприклад ***ревматизму***, або є вродженими. При цьому клапани або пропускають недостатню кількість крові, або вона тече у зворотному напрямку. Вади серця спричинюють порушення кровообігу і, відповідно, тяжкі розлади нормальної діяльності організму людини. У разі значного враження клапанів серця та порушення будови його отворів необхідне хірургічне втручання, наприклад вживлення штучних клапанів (мал. 96).

Інфаркт міокарда – це змертвіння частини м'язових клітин серця внаслідок порушення кровообігу в судинах серця. Зумовлюють розвиток інфаркту міокарда перевтома, надмірні фізичні навантаження, психічні травми, гіпертонія, куріння тощо.

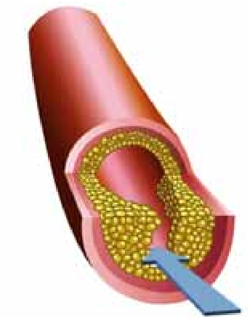
Аритмії – порушення нормального ритму діяльності серця. Вони виникають унаслідок змін основних функцій серця: автоматії, проведення збудження та скоротливості. Причинами появи аритмій можуть бути інфекційні хвороби, вплив отруйних речовин, психічні перенапруження.



Мал. 97. М.М. Амосов (1913–2002)

ЦІКАВО ЗНАТИ! Питання хірургічного лікування захворювань легень і серця, штучного кровообігу досліджував видатний вітчизняний хірург-кардіолог, доктор медичних наук, професор, академік НАН та АМН України М.М. Амосов (мал. 97).

Які бувають захворювання судин? **Дистонія** – зміна тонусу артерій, у результаті чого порушуються кровообіг і кровопостачання органів. Ознаками є головний біль, стомлюваність. Найчастіше причиною дистонії є невідповідна нервова регуляція судин, неврози, низька фізична активність.



Мал. 98. Звуження просвіту артерії

Інсульт – раптове гостре порушення кровообігу в головному мозку, що призводить до ушкодження тканини мозку і розладів його функцій. Наслідком інсульту є спазм, закупорка або розрив кровоносних судин. Інсульт можуть спричинити значні емоційні напруження, гіпертонія, атеросклероз та інші хвороби серцево-судинної системи.

Атеросклероз – хронічне захворювання, що характеризується ущільненням і втратою еластичності стінок артерій, звуженням їхнього просвіту й частим утворенням тромбів (мал. 98). Наслідком цієї хвороби є порушення кровопостачання органів. Причинами виникнення атеросклерозу є гіпертонічна хвороба, цукровий діабет, ожиріння, надмірне вживання жирної їжі, нервові перенапруження, спадкова схильність, а також вживання алкоголю.

Гіпертонічна хвороба – загальне захворювання людини, основним проявом якого є підвищення артеріального тиску. Розвиткові гіпертонічної хвороби сприяють перевантаження (особливо негативними емоціями), напружена розумова праця, атеросклероз, куріння, надмірне вживання алкоголю, спадкова схильність. Найважливішими ускладненнями гіпертонічної хвороби є інфаркт міокарда, серцева недостатність, інсульт, недостатність функції нирок.

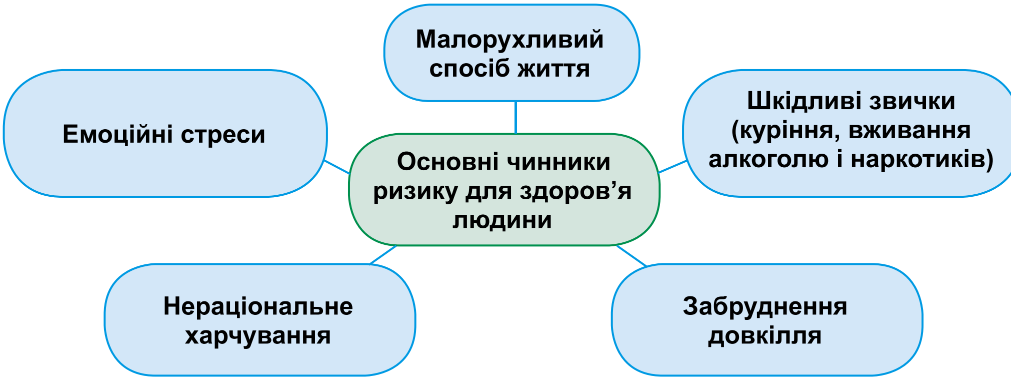
До порушення кровообігу призводить **варикозне розширення вен** (від лат. *варикс* – вузол). При цьому захворюванні у венах нижніх кінцівок застоюється кров, тому вони рельєфно виступають під шкірою. Варикозне розширення вен розвивається насамперед у людей, що постійно перебувають на ногах і мало рухаються. Крім того, його можуть спричиняти шкідливі звички (насамперед тютюнокуріння), емоційні стреси, нераціональне харчування тощо. Хворі відчувають сильний біль в уражених місцях. Причиною цього захворювання є втрата еластичності стінками вен нижніх кінцівок, порушення роботи їхніх клапанів.

Застій крові у венах спричинює утворення тромбів. Це захворювання називають ***тромбофлебітом*** (від грец. *тромбос* – згусток та *флебос* – вена). Утворення тромбу порушує кровообіг. Існує небезпека того, що, відірвавшись від стінки судини, тромб з кровотоком може потрапити до серця чи легеневих артерій.

Щоб запобігти варикозному розширенню вен та тромбофлебіту, необхідно правильно чергувати періоди праці та відпочинку, регулярно займатись спортом тощо. Відомо, що регулярні фізичні навантаження підвищують тонус судин, зміцнюють серцевий м'яз. За перших ознак варикозного розширення вен необхідно негайно звернутись до лікаря.

Які основні причини виникнення серцево-судинних хвороб? Численні дослідження лікарів багатьох країн світу виявили такі основні чинники ризику, що загрожують здоров'ю людини (мал. 99).

Запобігти розвиткові захворювань серцево-судинної системи допоможуть дозовані фізичні навантаження (біг, плавання, велоспорт, ігрові види спорту), які зміцнюють серцевий м'яз, підвищують його працездатність і тонус судин.



Мал. 99. Схема, що ілюструє основні чинники ризику для здоров'я людини

Здоров'я людини. Інтенсивність навантажень є суто індивідуальною і залежить від рівня функціональних можливостей організму. Її визначають за частотою серцевих скорочень. Здоровим юнакам і дівчатам для підтримання функціонального стану організму показане фізичне навантаження тричі на тиждень по півгодини.

ЗАПАМ'ЯТАЙТЕ! **Після перенесених інфекційних хвороб (ангіни, грипу) фізичні навантаження можливі тільки після повного видужання, інакше можуть виникнути ускладнення.**

✿ ***Ключові терміни і поняття:*** **капілярна, венозна та артеріальна кровотечі, аритмія, дистонія, інфаркт, інсульт, атеросклероз, тромбофлебіт.**

УЗАГАЛЬНИМО ЗНАННЯ

- У разі пошкодження судин виникають кровотечі. Розрізняють капілярні, венозні й артеріальні кровотечі. Найнебезпечнішими серед них є артеріальні. Кожна людина повинна знати, як надати першу допомогу під час кровотеч.
- Серцево-судинні захворювання є найпоширенішими серед хвороб. Основними причинами виникнення їх є низька рухова активність, куріння, вживання алкоголю, наркотиків, психічні перенапруження, нераціональне харчування, забруднення довкілля. Фізична культура, загартовування організму, раціональне харчування є основними засобами запобігання серцево-судинним захворюванням.

ПЕРЕВІРТЕ ТА ЗАСТОСУЙТЕ ЗДОБУТІ ЗНАННЯ

Дайте відповідь на запитання

1. Яку першу допомогу слід надавати людині у разі артеріальної, венозної та капілярної кровотеч? 2. Яке значення має здоровий спосіб життя для запобігання захворюванням серцево-судинної системи?

Виберіть одну правильну відповідь

1. Укажіть дії, які потрібно негайно виконати під час зупинки артеріальної кровотечі: а) накласти пов'язку; б) накласти джгут; в) місце травми прикрити кількома шарами стерильних марлевих пов'язок; г) обробити місце поранення спиртовим розчином йоду.
2. Укажіть захворювання, що супроводжується крововиливами в головний мозок: а) атеросклероз; б) інфаркт міокарда; в) інсульт; г) тромбофлебіт.
3. Укажіть хворобу серця: а) дистонія; б) інфаркт міокарда; в) інсульт; г) тромбофлебіт.
4. Укажіть найнебезпечнішу кровотечу: а) капілярна; б) венозна; в) артеріальна.

ОБГОВОРІТЬ У ГРУПАХ. І група. Способи надання першої допомоги при капілярній і венозній кровотечах. ІІ група. Способи надання першої допомоги при артеріальній кровотечі.

ПОМІРКУЙТЕ. Чому в разі ушкодження артерій пов'язку накладають вище місця ушкодження, а в разі поранення вен – нижче?

ТВОРЧЕ ЗАВДАННЯ. Складіть пам'ятку «Як уникнути розвитку серцево-судинних захворювань».

САМОКОНТРОЛЬ ЗНАНЬ З ТЕМИ

Виберіть одну правильну відповідь

1. Укажіть основну функцію еритроцитів: а) транспорт кисню; б) секреторна; в) зсідання крові; г) захисна.

2. Укажіть, коли виникає резус-конфлікт: а) під час вагітності, коли мати і дитина резус-позитивні, але в них різні групи крові; б) під час вагітності, коли мати і дитина резус-негативні, але в них різні групи крові; в) під час вагітності, коли мати і дитина є резус-позитивними; г) під час вагітності, коли мати резус-негативна, а дитина – резус-позитивна.

3. Укажіть, чим зумовлена резус-позитивність: а) наявністю резус-фактора в мембранах еритроцитів; б) наявністю резус-фактора в плазмі крові; в) наявністю резус-фактора в міжклітинній рідині; г) наявністю резус-фактора в ядрах еритроцитів.

4. Укажіть, де в організмі людини найменша швидкість руху крові: а) у великих артеріях; б) у венах; в) у капілярах; г) у дрібних артеріях.

5. Укажіть судини організму людини, в які надходить кров з правого шлуночка: а) стовбур легеневих артерій; б) легеневі вени; в) аорта; г) верхня та нижня порожнисті вени.

6. Укажіть шлях крові по малому колу кровообігу: а) від лівого шлуночка до різних внутрішніх органів, а від них – до правого передсердя; б) від лівого шлуночка – до різних тканин, а від них – до лівого передсердя; в) від правого шлуночка до легень, а від легень – до лівого передсердя; г) від правого шлуночка до легень, а від легень – до правого передсердя.

7. Укажіть формені елементи, кількість яких у крові найменша: а) еритроцити; б) лейкоцити; в) тромбоцити.

8. Укажіть кількість крові (л), яку перекачує серце людини за годину, якщо воно скорочується у середньому 70 разів за 1 хв, викидаючи під час кожного скорочення з двох шлуночків 150 мл крові. Виберіть правильну відповідь: а) 630; б) 10,5; в) 105 г) 63. Чому?

Виберіть три правильні відповіді

9. Схарактеризуйте серце людини.

А Будова серця	**Б** Камера серця, з якої розпочинається велике коло кровообігу	**В** Камера серця, з якої розпочинається мале коло кровообігу
1 однокамерне **2** двокамерне **3** трикамерне **4** чотирикамерне	**1** праве передсердя **2** ліве передсердя **3** правий шлуночок **4** лівий шлуночок	**1** праве передсердя **2** ліве передсердя **3** правий шлуночок **4** лівий шлуночок

10. ***Установіть правильну послідовність*** великого кола кровообігу: а) праве передсердя; б) лівий шлуночок; в) аорта; г) нижня і верхня порожнисті вени; д) капіляри; е) артерії.

11. ***Установіть відповідність*** між серцево-судинними захворюваннями та їхніми ознаками.

А інфаркт міокарда
Б аритмії
В дистонія
Г атеросклероз

1 ущільнення стінок артерій за рахунок розростання сполучної тканини
2 омертвіння окремих частин серцевого м’яза
3 порушення серцевого ритму
4 порушення тонусу судин
5 підвищення артеріального тиску

13. ***Робота з графіком***. Володимир виміряв свій пульс перед початком виконання фізичних вправ, який становив 70 ударів за хвилину. Після виконання вправ він вимірював пульс через 1, 2, 3, 4, 5 хвилин. За результатами своїх вимірювань Володимир побудував графік зміни показників пульсу.



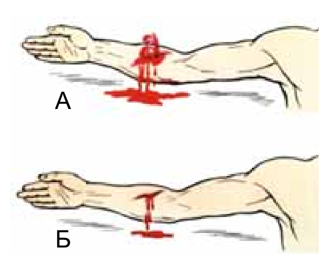
1 – До вправ
2, 3 – Після вправ 1 хв
4 – Після вправ 2 хв
5 – Після вправ 3 хв
6 – Після вправ 4 хв
7 – Після вправ 5 хв

Розгляньте графік і поясніть, як змінювалися показники пульсу під час фізичного навантаження і після нього. Чому вчитель фізкультури перед фізичними вправами пропонує учням виміряти частоту пульсу.

14. ***Завдання з відкритою відповіддю***

1. Назвіть види кровотечі, зображені на малюнку, та дії, які потрібно виконати під час кровотечі, позначеної літерою А.

2. Зобразіть схематично шлях, яким пройдуть ліки по кровоносній системі, від місця введення (ліки введено у вену правої руки) до місця їхньої дії (мають подіяти на тканини голови).





Тема 5

ПРОЦЕСИ ВИДІЛЕННЯ В ОРГАНІЗМІ ЛЮДИНИ. ТЕРМОРЕГУЛЯЦІЯ

У процесі обміну речовин утворюються кінцеві продукти, що постійно виводяться з організму. Які органи і системи беруть участь у цьому? Яке значення має виведення кінцевих продуктів обміну речовин для нормального функціонування організму людини? До чого може призвести припинення процесу виведення з організму продуктів обміну? Як організм людини пристосовується до температурних змін зовнішнього середовища?

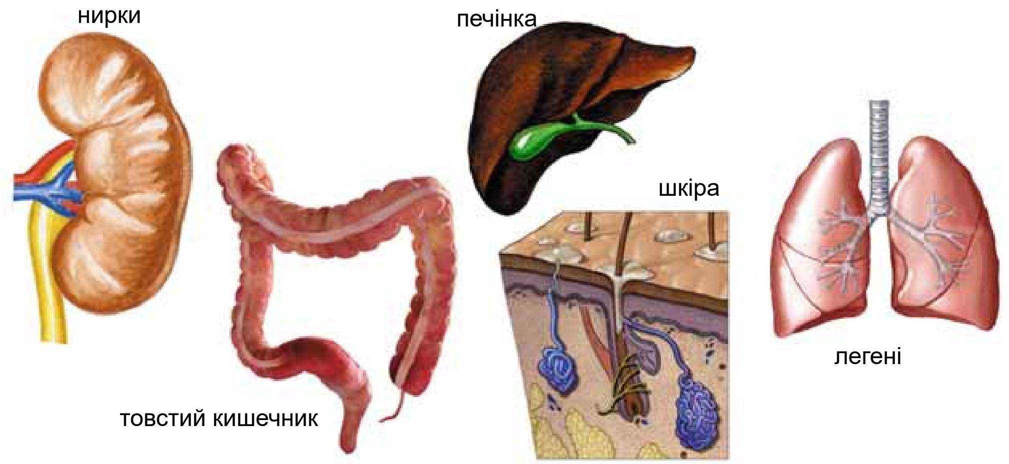
§ 24. ВИДІЛЕННЯ КІНЦЕВИХ ПРОДУКТІВ МЕТАБОЛІЗМУ – ВАЖЛИВИЙ ЕТАП ОБМІНУ РЕЧОВИН. БУДОВА СЕЧОВИДІЛЬНОЇ СИСТЕМИ ЛЮДИНИ

Пригадайте, яку будову має видільна система у хребетних тварин. Яке її значення для нормального функціонування організму? Що таке фільтрація, реабсорбція, тиск, осмос? Які рефлекси називають умовними та безумовними?

Ви вже знаєте, що у процесі обміну речовин утворюються кінцеві продукти, які далі вже не можуть бути використані організмом і мають бути видалені з нього. Серед них, зокрема, аміак, сечова кислота, сечовина, вуглекислий газ. Ці речовини безперервно утворюються в клітинах, з них вони потрапляють у міжклітинну рідину, лімфу, і далі – у кров. Вода – це особливий кінцевий продукт обміну речовин, бо вона може використовуватися організмом для його потреб. Але для підтримання сталості внутрішнього середовища її надлишки повинні постійно виводитися з організму, як і надлишки мінеральних солей. З організму виводяться також будь-які чужорідні та отруйні речовини, що надійшли ззовні.

Фізіологічні процеси звільнення організму від кінцевих продуктів обміну, чужорідних та отруйних речовин, спрямовані на підтримання сталості його внутрішнього середовища, називають **виділенням**.

В організмі людини процеси виділення забезпечують нирки, печінка, легені, кишечник і шкіра (мал. 100).



Мал. 100. Органи, що беруть участь у видільних процесах організму. ***Завдання.*** *Розгляньте на малюнку органи, які беруть участь у процесах виділення з організму кінцевих продуктів обміну, назвіть їх і охарактеризуйте продукти, які вони виводять з організму*

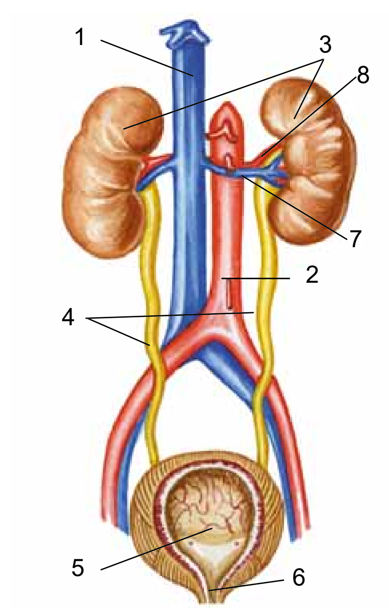
Через легені виділяються вуглекислий газ, вода у вигляді пари (пригадайте, як добре це видно морозного ранку, коли ви поспішаєте до школи), та деякі леткі речовини. Частково видільну функцію виконують усі залози травної системи. Так, з організму видаляються не лише неперетравлені рештки їжі, а й кінцеві продукти обміну Феруму (*згадайте функції печінки*), деякі отрути та шкідливі солі важких металів. Через потові залози виводяться переважно вода і розчинені в ній мінеральні солі. Про видільну функцію шкіри дізнаєтеся трохи згодом.

Провідна роль у процесах виділення належить **сечовидільній системі**, за участі якої з організму видаляється більша частина розчинних продуктів розпаду органічних речовин, зокрема *сечовина* та *сечова кислота*.

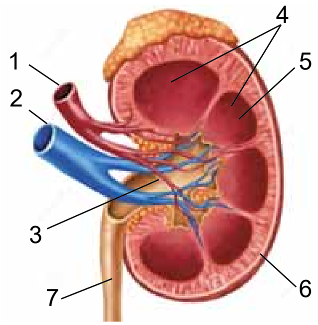
ЦІКАВО ЗНАТИ! Сечовина та сечова кислота – органічні сполуки з невеликими розмірами молекул, які містять Нітроген і є кінцевими продуктами розкладу білків та деяких інших органічних речовин.

До складу сечовидільної системи входять нирки, сечоводи, сечовий міхур та сечовидний канал, або сечівник (мал. 101).

Завдання. Установіть відповідність між назвами структур сечовидільної системи і цифрами, якими їх позначено на малюнку 101.



Мал. 101. Будова сечовидільної системи: 1 – нижня порожниста вена; 2 – черевна аорта; 3 – нирки; 4 – сечоводи; 5 – сечовий міхур; 6 – сечівник; 7 – ниркова вена; 8 – ниркова артерія



Мал. 102. Будова нирки: 1 – ниркова артерія; 2 – ниркова вена; 3 – ниркова миска; 4 – мозковий шар; 5 – ниркова піраміда; 6 – кірковий шар; 7 – сечовід

Яка будова органів сечовидільної системи? **Нирки** – парні органи, розміщені в черевній порожнині на рівні попереку з обох боків хребта (мал. 102). За своєю формою вони нагадують насінину квасолі. У дорослої людини кожна нирка важить близько 160 г. Кожна нирка ззовні оточена жировою капсулою, а сама тканина нирки вкрита щільною сполучнотканинною оболонкою. На внутрішній увігнутій поверхні нирки розташована глибока вирізка. Це так звані *ворота нирки*. Через них до нирки входять *ниркові артерії* та нерви, а виходять *ниркові вени*, лімфатичні судини і *сечовід*. Він починається від сплощеного лійкоподібного утворення – *ниркової миски* (мал. 102).

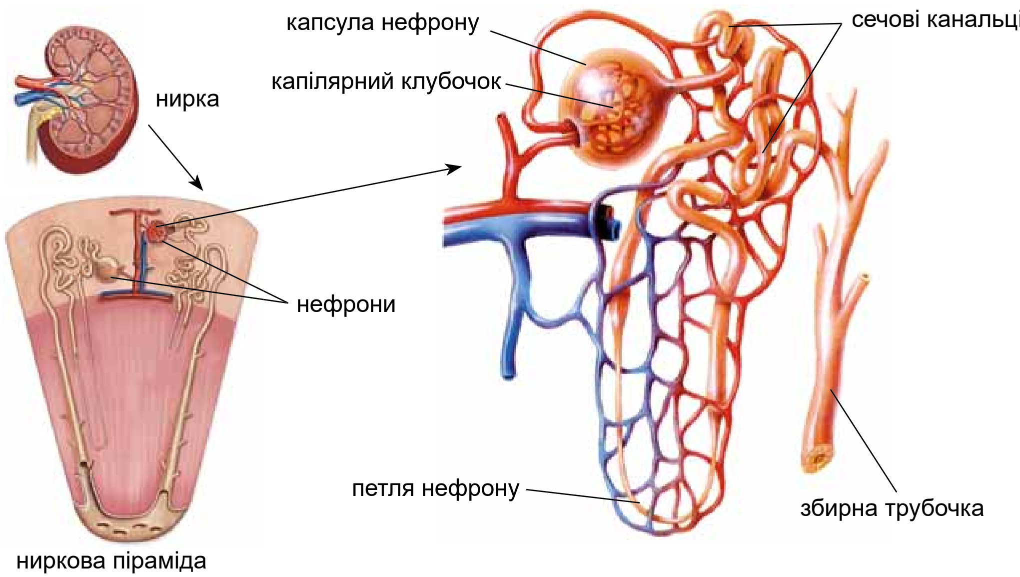
На поздовжньому розрізі нирки добре помітні два шари ниркової речовини, які відрізняються один від одного за своїм забарвленням та будовою. Зовнішній шар має назву *кірковий*, він темно-червоного кольору. Таке забарвлення йому надають численні кровоносні судини. Внутрішній шар називають *мозковим*. Він включає в себе 8–15 конусоподібних утворів – *ниркових пірамід*, розділених прошарками кіркової речовини. На верхівці кожної піраміди відкривається 10–20 проток, якими до ниркової миски надходить сеча.

Сечовід – орган у вигляді трубки, що з'єднує ниркову миску і сечовий міхур. Стінка сечоводу побудована з трьох шарів: зовнішнього – сполучнотканинного, середнього – м'язового та внутрішнього – епітеліального, у якому є слизові клітини. Наявність слизу запобігає подразненню стінок сечоводу сечею. Перистальтичні (хвилеподібні) скорочення непосмугованих м'язів стінок сечоводів забезпечують рух сечі від нирок до сечового міхура. (*Пригадайте, що подібно пересувається їжа травним каналом.*)

Сечовий міхур – це порожнистий орган, який слугує для накопичення та виведення сечі. Внутрішня поверхня міхура вистелена багатошаровим епітелієм. Він захищає стінки міхура від подразнення сечею. М'язова оболонка міхура побудована з трьох шарів м'язів. Коловий шар м'язів біля виходу сечового міхура утворює потовщення – сфінктер, що слугує для відкривання або закривання виходу до сечівника. Зовні сечовий міхур укритий сполучнотканинною оболонкою.

Як утворюється сеча? Головну масу нирок складають особливі мікроскопічні структури – ***нефрони*** (мал. 103). Саме вони здійснюють основні процеси сечоутворення. Тому їх вважають *структурно-функціональними одиницями нирки*. У кожній нирці міститься понад 1 млн нефронів.

Кожний нефрон складається з двостінної *капсули*, у якій розміщений *клубочок капілярів*, та *сечового канальця* (мал. 103). Капсула нефрону має вигляд порожнистої кулі, стінки якої утворені двома шарами епітеліальних клітин. Простір капсули переходить у сечовий каналець. У мозковому шарі цей каналець утворює петлю, після чого повертається в кірковий шар. Тут він разом із сечовими канальцями інших нефронів зростається в більший так званий *збирний каналець*. Такі збирні канальці сполучаються



Мал. 103. Будова нефрону. ***Завдання.*** *Простежте етапи утворення сечі в нефроні*

у протоку – збірну трубочку, яка відкривається на верхівці ниркової піраміди. У кожній нирці загальна довжина всіх канальців становить близько 70–100 км, а їхня поверхня сягає 25 м^2. Це зумовлено величезним обсягом роботи, яку виконують нирки, очищуючи кров від кінцевих продуктів обміну та утворюючи сечу.

Речовини, які мають видалятися з організму людини, надходять до нирки нирковими артеріями. Судина, яка дає початок клубочку капілярів, має назву *приносної*, а та, яка виходить з клубочка, – *виносної*. Унікальною особливістю виносної судини є те, що вона не переходить у венули, а ще раз розгалужується на капіляри, які обплітають стінки сечового канальця. Лише після цього капіляри переходять у венозні судини, по яких кров виходить з нирки.

Приносна судина, по якій кров надходить до клубочка капілярів, має більший діаметр, ніж виносна. Ця різниця в діаметрі приносної та виносної судин зумовлює те, що кров'яний тиск у капілярах клубочка досягає 60–70 мм рт. ст., тоді як у всіх інших капілярах тіла людини цей тиск не перевищує 22 мм рт. ст. За рахунок цього тиску через стінки капілярів клубочка з плазми крові в порожнину капсули витискається частина води та розчинені в ній складові білків – амінокислоти, а також глюкоза, сечовина, неорганічні сполуки тощо. Утворена таким чином рідина має назву ***первинна сеча***. За своїм хімічним складом вона цілком нагадує плазму крові, але, на відміну від плазми, не містить білків. Це зумовлено тим, що через пори (дрібні отвори) у стінках капілярів клубочків великі молекули білків і клітини крові не проходять. Процес утворення первинної сечі у нефронах називають **фільтрацією**.

За добу через нирки протікає 1500–1800 л крові і відповідно утворюється 150–180 л первинної сечі. З капсули первинна сеча потрапляє в сечовий каналець, обплетений сіткою капілярів (*пригадайте, це саме ті*

капіляри, які повторно утворює виносна судина). Тут відбувається *зворотне всмоктування* з рідини канальця в плазму крові більшої частини води, амінокислот, глюкози, вітамінів, неорганічних сполук тощо, тобто потрібних організму речовин. Цей процес має назву **реабсорбція**.

У результаті реабсорбції 99,2 % об'єму первинної сечі знову повертається в кров. Та частина сечі, яка залишається, пройшовши нирковий каналець, потрапляє до збирної трубочки. У нормі вона містить лише сечовину, сечову кислоту, аміак, неорганічні солі та пігменти, які надають їй певного кольору. Її називають ***вторинною сечею***. За добу в людини утворюється приблизно 1,5 л вторинної сечі. У ній менша, ніж у крові, концентрація натрій хлориду, тоді як концентрація сечовини більша в 60–70 разів.

ЗАПАМ'ЯТАЙТЕ! За нормальної роботи нирок у вторинній сечі не повинно бути білків і глюкози. Якщо вони з'являються, це свідчить про порушення роботи нирок та обміну речовин в організмі. Поява глюкози у вторинній сечі може бути пов'язана з тим, що людина з'їла багато солодощів. При цьому вміст глюкози в крові підвищується понад норму і організм завдяки роботі нирок намагається вивести з нього надлишок глюкози.

Як здійснюється сечовипускання? Сеча, яка утворюється в нирках, по сечоводах, завдяки перистальтичним скороченням м'язів їхньої стінки, поступово надходить до сечового міхура. Коли сечовий міхур наповнюється сечею, його стінки розтягуються (об'єм наповненого сечового міхура в дорослої людини може сягати 0,75 л). Це спричинює подразнення рецепторів, розташованих у його стінках. Нервові імпульси, які виникають унаслідок цього, по чутливих нервах надходять до крижового відділу спинного мозку. Там розташований центр сечовипускання. Він посилає нервові імпульси, які зумовлюють розслаблення сфінктера та скорочення м'язів стінок міхура і сечівника. За рахунок цього сеча виводиться назовні. Так відбувається ***мимовільне***, або ***безумовно-рефлекторне***, ***сечовипускання***.

З 1,5–2 років, у дітей встановлюється ***довільне сечовипускання*** (тобто залежне від свідомості), бо його починають регулювати певні центри кори великих півкуль головного мозку. Під впливом сигналів, які надходять до цих центрів, людина відчуває позиви до сечовипускання. У свою чергу, сигнали, які виникають у корі півкуль, можуть гальмувати або, навпаки, збуджувати центр сечовиділення в спинному мозку. Саме тому, починаючи з певного віку, людина здатна свідомо регулювати процеси виведення сечі з організму.

Які функції виконує нирка, крім сечоутворення? Нирки, крім виділення кінцевих продуктів обміну речовин, беруть участь у підтриманні сталості об'єму та складу плазми крові, лімфи і тканинної рідини. Тобто нирки є одними з тих органів, які забезпечують гомеостаз нашого організму. Крім того, нирки здатні знешкоджувати деякі токсичні продукти обміну. Також у нирках синтезується вітамін D_3, гормони і речовини, що стимулюють утворення еритроцитів.

Як здійснюється нервова та гуморальна регуляція роботи нирок? Нервова система регулює процеси сечоутворення, звужуючи чи розширюючи

кровоносні судини нирок. Роботу нирок контролюють нервові центри, розташовані в корі півкуль головного мозку: збільшення чи зменшення виділення сечі може відбуватися під впливом певних емоційних станів, стресів тощо.

Нервова регуляція сечоутворення тісно пов'язана з гуморальною. У стінках судин є особливі рецептори, які реагують на зміни концентрації солей у крові. Зокрема, за надмірного підвищення концентрації солей у крові нервові імпульси від цих рецепторів по відповідних чутливих нервах прямують до головного мозку, а звідти – до ендокринної залози, пов'язаної з головним мозком, – гіпофіза. Ця залоза збільшує виділення в кров антидіуретичного гормону, який посилює зворотне всмоктування води в канальцях нефронів. Під впливом цього гормону зменшується кількість утвореної сечі. Відповідно зменшуються витрати води організмом, знижується концентрація солей у крові. Якщо в організмі є надлишок води, то концентрація солей у крові стає низькою, і гіпофіз перестає виділяти в кров антидіуретичний гормон. Зменшує виведення із сечею води також гормон адреналін, оскільки він звужує судини нирки (*пригадайте, на які ще процеси в організмі людини впливає адреналін*).

✿ *Ключові терміни і поняття:* **нирка, нефрон, сечовід, сечовий міхур, сечівник, первинна сеча, вторинна сеча.**

УЗАГАЛЬНИМО ЗНАННЯ

- Кінцеві продукти обміну речовин, надлишок води та мінеральних солей, а також чужорідні речовини видаляються з організму через шкіру, легені та травну систему. Основну частину процесів виділення виконує сечовидільна система. Вона утворена парою нирок, сечоводами, сечовим міхуром та сечовивідним каналом. Структурною і функціональною одиницею нирки є нефрон. Нирки, крім виведення кінцевих продуктів обміну, беруть участь у регуляції водно-сольового обміну речовин і в підтриманні сталості осмотичного тиску рідин тіла.

ПЕРЕВІРТЕ ТА ЗАСТОСУЙТЕ ЗДОБУТІ ЗНАННЯ

Дайте відповідь на запитання

1. Яке значення має виділення кінцевих продуктів обміну речовин з організму? 2. Яка будова нирок? 3. Яка будова нефрону? 4. Як утворюється первинна сеча? 5. Завдяки чому утворюється вторинна сеча? 6. Чим розрізняються за хімічним складом первинна та вторинна сеча? 7. Як сеча виводиться з організму людини? 8. Як регулюються процеси сечоутворення та сечовиділення?

Виберіть одну правильну відповідь

1. Укажіть органи, які беруть участь у виділенні з організму продуктів обміну: а) нирки, легені, шкіра, кишечник; б) серце, легені, шкіра, печінка; в) підшлункова залоза, шкіра, кишечник, печінка; г) шлунок, спинний мозок, печінка, шкіра, нирки.

2. Укажіть, де розташовані ниркові піраміди: а) у кірковому шарі нирок; б) у мозковому шарі нирок; в) у нирковій мисці; г) у надниркових залозах.

3. Укажіть структурну і функціональну одиницю нирок: а) альвеола; б) нейрон; в) нефрон; г) канальцевий апарат.

4. Укажіть кількість вторинної сечі, що утворюється в людини за добу: а) 1500 л; б) 150 л; в) 1,5 л; г) 0,15 л.

ОБГОВОРІТЬ У ГРУПАХ. Установіть чітку послідовність процесів утворення первинної та вторинної сечі та обґрунтуйте їхнє значення.

ПОМІРКУЙТЕ. 1. Лікарі-урологи називають нирки «біологічними фільтрами» організму людини. Чому вони дістали таку назву? 2. Який зв'язок існує між роботою видільних органів і діяльністю інших систем органів в організмі людини?

§25. ЗАХВОРЮВАННЯ ОРГАНІВ СЕЧОВИДІЛЬНОЇ СИСТЕМИ ТА ПРОФІЛАКТИКА ЇХ

Пригадайте, що таке інфекція. Яка будова та функції органів сечовидільної системи? Що таке анемія? Які її симптоми?

Ви вже знаєте, що для нормального функціонування організму з нього мусять постійно виводитися кінцеві продукти обміну речовин, чужорідні речовини, а також сполуки, які є в надлишку. Тому порушення діяльності будь-якого з органів сечовидільної системи в результаті захворювання призводить до істотних змін у діяльності всього організму людини. Це виявляється певними ознаками та симптомами.

Які найголовніші ознаки та симптоми порушення діяльності органів сечовидільної системи? Центральним органом сечовидільної системи є нирки, тому ураження їх є найнебезпечнішим для організму. Ознаки порушення діяльності нирок: поява набряків, тупий, ниючий біль у попереку (іноді раптовий і сильний) або в нижній частині живота, раптова «безпричинна» зміна кількості (чи дуже мало, чи дуже багато, ніж зазвичай) та кольору сечі, підвищений артеріальний тиск, головний біль, анемія і загальна слабкість. Поява будь-якого із цих симптомів є підставою для невідкладного звернення до лікаря. Визначальним у діагностуванні захворювань сечовидільної системи є лабораторний аналіз сечі. Основними доказами захворювань сечовидільної системи є поява в сечі еритроцитів, білків і підвищена кількість лейкоцитів.

Нирки, сечоводи, сечовий міхур, сечівник можуть уражатися хвороботворними мікроорганізмами, які потрапляють у ці органи через кров з різних осередків інфекції в організмі, наприклад під час ангіни, захворювання зубів тощо. Якщо людина не дотримується правил особистої гігієни, хвороботворні мікроорганізми проникають через сечівник у сечовий міхур і звідти поширюються на інші органи сечовидільної системи, спричинюючи їхнє запалення.

Запальним інфекціям і поширенню мікроорганізмів сприяють загальне переохолодження організму, застуда.

Здоров'я людини. Для запобігання важким захворюванням органів сечовидільної системи їх слід захищати від переохолодження. Тому потрібно стежити за тим, щоб одяг відповідав погодним умовам.

Які бувають захворювання органів сечовидільної системи? До найнебезпечніших хвороб сечовидільної системи належить запалення нефронів – ***гломерулонефрит***. Найчастіше гломерулонефрит розвивається як наслідок особливих порушень у діяльності імунної системи після захворювань

на ангіну, дифтерію або скарлатину та деякі інші інфекційні хвороби. У разі гломерулонефриту вражається клубочок капілярів нефронів, а із часом велика кількість нефронів руйнується повністю. При цьому захворюванні стінки капілярів клубочків стають проникними для білкових молекул і починають пропускати клітини крові. Оскільки білки плазми крові переходять у сечу, то в самій плазмі знижується осмотичний тиск, і вода переходить з крові до тканин. Наслідком цього є утворення набряків.

ЗАПАМ'ЯТАЙТЕ! Гломерулонефрит потребує обов'язкового і якнайшвидшого лікування після появи найперших проявів. За відсутності лікування може настати смерть або захворювання перейде в хронічну форму, яка також є смертельно небезпечною.

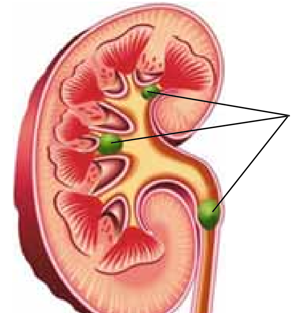
Пієлонефрит – запальний процес з переважним ураженням канальцевої системи нирки (зокрема, ниркової миски). Захворювання супроводжується частим та болісним сечовипусканням, підвищенням температури тіла, болем у поперековій ділянці, сонливістю, загальним нездужанням.

Цистит – запалення слизової оболонки сечового міхура, ***уретрит*** – запалення слизової оболонки сечівника. Ці захворювання спричинюють різні мікроорганізми, які потрапляють у сечівник і сечовий міхур за недотримання правил особистої гігієни або за переохолодження. Запальні процеси в цих органах супроводжуються частими позивами на сечовипускання, болісними відчуттями під час нього, підвищенням температури тощо. Цистит та уретрит небезпечні різними ускладненнями, тому в разі появи болю або будь-яких порушень сечовипускання слід обов'язково звернутися до лікаря.

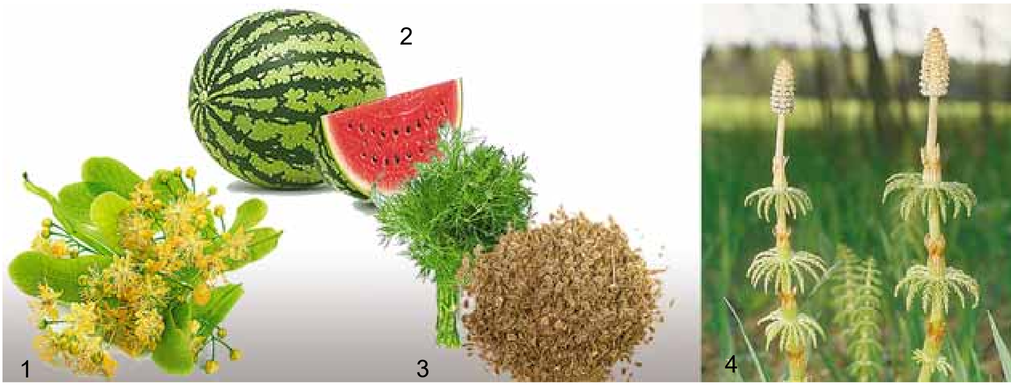
Здоров'я людини. За повного порушення сечовидільної функції нирок у лікарській практиці застосовують апарат «штучна нирка». За допомогою цього апарата з крові хворого видаляють кінцеві продукти обміну. Зрозуміло, таку процедуру через кілька днів треба проводити знову.

Однією з поширених хвороб сечовидільної системи є ***сечокам'яна хвороба***. Вона проявляється появою так званих камінців у нирках і сечовивідних шляхах (мал. 104). Ці «камінці» утворюються з компонентів сечі – солей сечової кислоти, кальцій ортофосфату тощо. «Камінці» ускладнюють виділення сечі, уражають слизову оболонку, що спричиняє сильний біль. Інколи під час важкої фізичної праці чи активних занять спортом «камінці» можуть зрушуватися зі звичного місця і потрапляти в сечовід. Це спричиняє ***ниркову коліку*** – сильний біль у ділянці живота та в попереку. Може значно підвищуватися температура. У разі настання ниркової коліки слід негайно звернутися по медичну допомогу.

Як запобігти захворюванням органів сечовидільної системи? Щоб уникнути захворювань сечовидільної системи, треба своєчасно лікувати різні інфекційні хвороби й запальні процеси, вести правильний спосіб життя.



Мал. 104. Утворення «камінців» (1) у нирці



Мал. 105. Рослини, які використовують для профілактики захворювань сечовидільної системи: 1 – липовий цвіт (уживають у вигляді чаю); 2 – кавун (уживають плоди); 3 – кріп (уживають настій насіння); 4 – хвощ польовий (уживають відвар)

Оскільки нирки є основним місцем виведення з організму шкідливих і отруйних речовин, слід бути дуже обережними при поводженні з отруйними речовинами. У разі потрапляння всередину організму деякі отрути здатні руйнувати нирки або порушувати їхню діяльність. Особливо уважним слід бути вживаючи ліки, бо деякі з них здатні побічно впливати на функції нирок.

ЗАПАМ'ЯТАЙТЕ! Уживати ліки можна тільки за призначенням лікаря, суворо дотримуючись його приписів.

ЦІКАВО ЗНАТИ! Для профілактики і лікування хвороб нирок з давніх-давен використовують різноманітні рослини (мал. 105): кавун, кріп (насіння), хвощ польовий, липовий цвіт тощо. Наприклад, споживання 2–2,5 кг кавуна протягом доби сприяє розчиненню солей і запобігає утворенню в нирках «камінців» і піску. Чай з лимоном, з хвоща польового чи липового цвіту посилює і прискорює скорочення ниркової миски і сечоводів, завдяки цьому солі та «камінці» проштовхуються до сечового міхура. Настій насіння кропу заспокоює ниркову коліку, розчиняє «камінці». Для профілактики та лікування сечокам'яної хвороби вживають також настої та відвари селери, кмину, мучниці звичайної, звіробою звичайного, спорищу звичайного.

Здоров'я людини. Для підвищення опору органів видільної системи до збудників захворювань чи несприятливих чинників довкілля слід загартовувати організм, правильно харчуватися, суворо дотримуватися правил особистої гігієни, бути обережним з різними отрутами, вживати ліки лише за призначенням лікаря. Особливу небезпеку для органів сечовидільної системи становить вживання спиртних напоїв та наркотиків, оскільки вони призводять до поступового необоротного ураження клітин нирок.

✿ *Ключові терміни і поняття:* **пієлонефрит, гломерулонефрит, сечокам'яна хвороба, уретрит, цистит.**

УЗАГАЛЬНИМО ЗНАННЯ

- Основними ознаками захворювань органів сечовидільної системи є: набряки, зміна кількості та кольору сечі, біль при сечовипусканні. Порушення функціонування сечовидільної системи пов'язані як з розладами сечоутворення, так і з виведенням сечі з організму. Смертельно небезпечним є запалення нефронів та їх руйнування. Порушення обміну речовин може спричинити утворення «ка-

мінців» у нирках і сечовивідних шляхах. Запальні процеси в органах видільної системи спричиняють хвороботворні мікроорганізми. Треба уникати потрапляння до організму алкоголю, наркотиків і токсичних речовин.

ПЕРЕВІРТЕ ТА ЗАСТОСУЙТЕ ЗДОБУТІ ЗНАННЯ

Дайте відповідь на запитання

1. Які є порушення діяльності нирок? 2. Якими шляхами можуть потрапити в органи видільної системи хвороботворні мікроорганізми? 3. Чим спричинюється утворення «камінців» у нирках та сечовивідних шляхах? 4. За яких умов порушується нормальний склад сечі людини? 5. Які основні заходи профілактики захворювань органів видільної системи?

Виберіть одну правильну відповідь

1. Укажіть орган сечовидільної системи, ураження якого спричинює цистит: а) нирки; б) сечоводи; в) сечівник; г) сечовий міхур.
2. Укажіть захворювання нирок, під час якого уражена ниркова миска: а) уретрит; б) гломерулонефрит; в) пієлонефрит; г) цистит.

Виберіть три правильні відповіді

Виберіть ознаки, характерні для сечокам'яної хвороби.

А Орган, у якому утворюються «камінці»	**Б** Ознака хвороби	**В** Основна причина виникнення
1 сечівник **2** сечовий міхур **3** нирка	**1** печія **2** сильний біль **3** анемія	**1** зловживання солоними стравами **2** зловживання солодощами **3** зловживання соками

ОБГОВОРІТЬ У ГРУПАХ. Схарактеризуйте основні захворювання органів видільної системи. Відповідь оформіть у вигляді таблиці.

ПОМІРКУЙТЕ! 1. Ваш друг (ваша подруга) понад норму вживає кухонну сіль. Його (її) постійно застерігають від цього. Чому? 2. Ваш друг (ваша подруга) мало рухається, більшу частину вільного часу проводить біля комп'ютера або телевізора. Яке захворювання нирок може спричинити такий спосіб життя?

ТВОРЧЕ ЗАВДАННЯ. Складіть пам'ятку «Заходи щодо запобігання захворюванням органів сечовиділення».

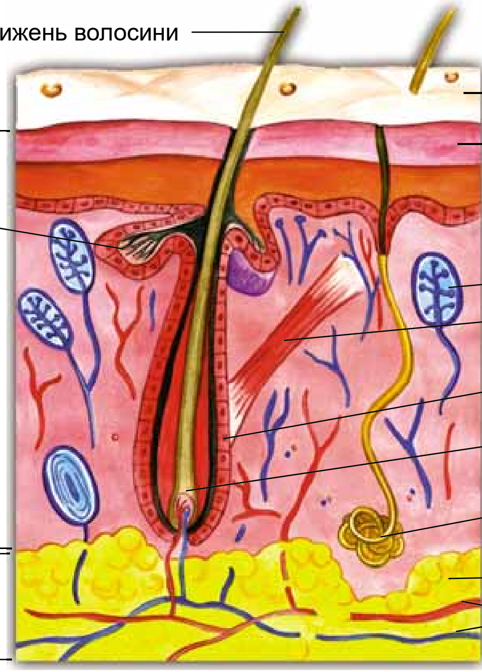
§ 26. БУДОВА ШКІРИ ТА ЇЇ ФУНКЦІЇ

Пригадайте, що таке адаптація. Яка будова покривів у різних представників хребетних тварин? Що таке линяння? Що таке регенерація?

Яка будова шкіри? **Шкіра** – один з найбільших за площею органів нашого тіла. Загальна площа шкіри в дорослої людини становить у середньому близько 2 м^2. Шкіра утворює зовнішній покрив тіла та розмежовує зовнішнє і внутрішнє середовище організму.

Шкіра людини побудована з трьох основних шарів: епідермісу, власне шкіри (дерми) та шару підшкірної жирової клітковини, який зв'язує шкіру з прилеглими до неї тканинами (мал. 106).

Епідерміс – зовнішній шар шкіри, товщина якого в різних ділянках тіла різна: від 0,07 мм до 2,5 мм і більше. Найтовщий епідерміс у тих ділянках тіла, де найвищий механічний тиск на шкіру. Наприклад, на долонях, підошвах тощо. Епідерміс утворений багатошаровим епітелієм, верхній



Мал. 106. Будова шкіри. ***Завдання.*** *Пригадайте, що таке епітеліальна тканина і які види епітелію ви знаєте, що таке регенерація*

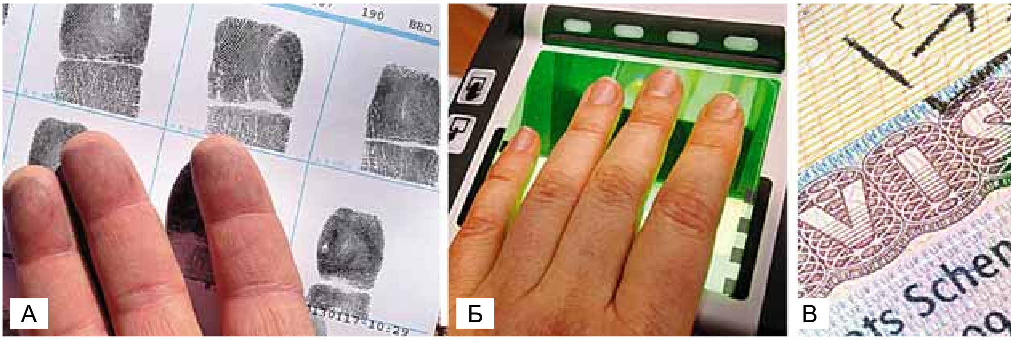
шар якого роговіє (його називають *роговим*) і поступово злущується. Замість злущених клітин у нижніх шарах епідермісу постійно утворюються нові. Цю його частину називають *ростковим шаром*. Тобто епідерміс здатний до самовідновлення. Повне оновлення епідермісу шкіри в людини триває близько 20 днів. Унаслідок носіння тісного взуття в людини можуть утворюватися *мозолі*, які є місцевим потовщенням рогового шару епідермісу.

Дерма, або ***власне шкіра,*** утворена переважно волокнистою сполучною тканиною, завдяки еластичності якої шкіра здатна розтягуватися і не заважати рухам. У тому, що шкірі властива еластичність, ви можете переконатися самі. Відтягніть її, наприклад, на тильному боці кисті руки. Шкіра розтягнеться, але щойно ви її відпустите – набуде попереднього стану.

Дерма пронизана нервами, кровоносними та лімфатичними судинами. Тут розташовані волосяні мішечки, сальні та потові залози, а також непосмуговані м'язові волокна (мал. 106).

На долонях і підошвах випини дерми на поверхні шкіри утворюють складні рельєфні малюнки, форма яких є абсолютно унікальною для кожної людини (мал. 107). Їх використовують для встановлення (ідентифікації) особи.

Нижній шар дерми переходить у ***підшкірну жирову клітковину***. Цей шар утворений пухкою сполучною тканиною, у якій багато жирових клітин. Завдяки цій «пухкості» підшкірна клітковина захищає органи, розміщені під нею, від механічного тиску. Найкраще вона розвинена в тих ділянках тіла, що найбільше зазнають механічних впливів під час сидіння, стояння чи лежання. Товщина підшкірної клітковини залежить від



Мал. 107. Рельєф шкіри на пальцях: А – відбитки пальців; Б – спеціальний пристрій для зняття відбитків пальців; В – для відкриття шенгенської візи в закордонному паспорті фіксують відбитки пальців

рівня обміну речовин та характеру харчування. За надмірного надходження поживних речовин з їжею частина їх запасається у вигляді підшкірного жиру.

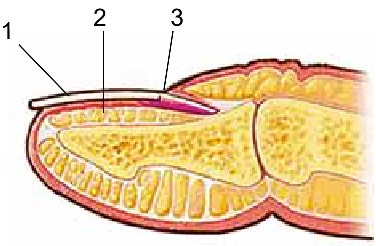
Яка будова залоз шкіри людини? ***Потова залоза*** складається з *тіла* (згорнутої в клубочок трубки) і *вивідної протоки* (мал. 106). Тіло потової залози обплетене капілярами, крізь стінки яких з крові в потові залози потрапляє вода з розчиненими в ній мінеральними солями, сечовиною та деякими іншими речовинами. Так утворюється піт, який виділяється на поверхню шкіри через отвори вивідних проток – *пори*. У шкірі різних ділянок тіла кількість потових залоз неоднакова. Багато їх на обличчі та долонях. За добу всі потові залози разом виділяють від 0,5 до 3 л поту, а під час важкої фізичної праці чи за високої температури довкілля – до 10 л і більше.

Піт за своїм складом подібний до сечі. Він становить собою розчин органічних та неорганічних сполук.

Потові залози рефлекторно реагують не тільки на температурні зміни зовнішнього середовища, а й на внутрішній емоційний стан організму. Під час хвилювання поту виділяється значно більше, особливо на лобовій ділянці, долонях, підошвах.

Сальні залози своїми протоками відкриваються здебільшого у волосяні сумки (мал. 106). Лише на позбавлених волосся ділянках (наприклад, на губах) вони відкриваються безпосередньо на поверхню шкіри. Розташовані вони переважно на голові, обличчі та верхній частині спини. Сальні залози за добу виділяють близько 20 г жироподібного секрету, який змащує волосини, вкриває тонким шаром шкіру, запобігаючи її надмірному висиханню, пом'якшує шкіру та протидіє потраплянню води і мікроорганізмів усередину тіла.

Які є похідні шкіри і яке їхнє значення? Похідними рогового шару епідермісу є волосся та нігті. ***Нігті*** – це щільні рогові пластинки, які частково вкривають верхню поверхню останньої фаланги кожного пальця рук і ніг (мал. 108). Зазвичай нігті мають рожеве забарвлення, тому що крізь них просвічуються кровоносні судини. Нігті ростуть упродовж усього життя. Швидкість росту нігтя становить 0,1–0,2 мм за добу. На руках



Мал. 108. Будова нігтя: 1 – нігтьова пластинка; 2 – нігтьове ложе; 3 – нігтьовий валик

нігті повністю замінюються за 3–4 місяці. На ногах – за 6–8 місяців. Нігтьова пластинка міститься на нігтьовому ложі й оточена шкірною складкою – нігтьовим валиком (мал. 108). Ділянка нігтьового ложа, на якій міститься корінь нігтя, є місцем його росту. Тут клітини інтенсивно діляться, поступово роговіють і просуваються нігтьовим ложем.

Здоров'я людини. Нігті потребують постійного догляду. Коли вони відростають, їх потрібно підстригати. Така процедура зумовлена гігієнічними вимогами. Під нігтями збирається бруд, де здатні розмножуватися хвороботворні мікроорганізми. Якщо ж нігті з якихось причин не підстригають, то їх слід щодня чистити і мити щіточкою з милом.

Волосся в людини вкриває частину шкіри. Воно буває довгим (на голові, обличчі чоловіків, у пахвових заглибинах тощо) та коротким (брови, вії тощо). У кожній волосині розрізняють початкову ділянку – *корінь* і частину, розташовану над поверхнею шкіри, – *стрижень*. Корінь розташований у глибині власне шкіри у *волосяній сумці* (мал. 106). За її рахунок волосина росте. До волосяної цибулини підходять кровоносні судини та нерви. Судини забезпечують живлення волосини, а нерви – її чутливість. У місці виходу волосини з дерми до неї прикріплені тоненькі пучки непосмугованих м'язів. Коли вони скорочуються волосина піднімається над поверхнею шкіри – настовбурчується.

ЦІКАВО ЗНАТИ! Настовбурчування волосся – один з механізмів зменшення втрат тепла у тварин. Настовбурчуючися, волосся утворює прошарок теплого повітря між шкірою і волоссям. Волосся завжди настовбурчується у тварин під час боротьби та залякування. Це теж важливо, бо «якщо я більший або виглядаю таким, тож я сильніший». У людини, хоч ці рухи волосся і втратили свої «первісні» функції, все ж, коли нам холодно, м'язи, які піднімають волосинки, скорочуються, наслідком чого є «гусяча шкіра». Коли нам дуже страшно, то волосся без нашого відома, оскільки це є вроджена реакція, теж може стати сторч.

Волосся має певний колір, який визначається кількістю наявного в ньому пігменту. Що більше пігменту у волосині, то темніше її забарвлення. У людей похилого віку кількість пігменту в певних волосинах зменшується, а замість нього в порожнині цих волосин збирається повітря. Така волосина набуває сріблясто-білого кольору – сивіє.

Волосини голови живуть у середньому 4–5 років, а вій – кілька місяців. Під час свого існування волосина постійно росте (волосся голови росте зі швидкістю близько 25 см на рік). Коли із часом активність волосяної сумки припиняється, поруч із нею закладається нова. Стара волосина випадає, а нова починає рости. У людини зазвичай щоденно відмирає на голові і випадає близько 50–100 волосин. Одночасно стільки само й виростає. Якщо такий порядок порушується, волосяний покрив голови рідшає і розвивається облисіння. Воно може бути спричинене як спадковими факторами, так і неправильним способом життя чи певними захворюваннями нервової та ендокринної систем тощо.

Здоров'я людини. Гарне волосся – окраса людини. Тому за ним потрібно постійно доглядати. Волосся слід регулярно мити, попереджувати появу лупи тощо.

До похідних шкіри належать і ***молочні залози***. У чоловіків вони недорозвинені та не функціонують, а в жінок активно розвиваються з початком статевого дозрівання. Після народження дитини молочні залози в жінок виробляють молоко, яким вигодовують немовлят.

Які функції виконує шкіра? Основна функція шкіри – ***захист*** внутрішнього середовища нашого тіла від несприятливих впливів навколишнього середовища. Висока пружність шкіри та пухкість і м'якість підшкірної жирової клітковини забезпечують *механічний захист*. Поверхневий шар шкіри – епідерміс – виконує ще й *бар'єрну функцію*. Клітини, які його утворюють, так щільно прилягають одна до одної, що не пропускають усередину тіла воду, шкідливі речовини та хвороботворні мікроорганізми.

Шкіра захищає внутрішні органи і від шкідливих ультрафіолетових променів. Річ у тім, що в найглибшому шарі епідермісу та в дермі міститься темний пігмент – *меланін*, який здатний поглинати ці промені. Що більше пігменту в шкірі, то більше він затримує променів. Коли кількість цих променів зростає, то шкіра темнішає внаслідок посиленого синтезу пігменту – з'являється ***засмага***. Отже, засмага – це одна із захисних реакцій організму на дію шкідливого фактору.

Здоров'я людини. Незважаючи на те що засмагла шкіра здається нам дуже красивою, лікарі не рекомендують зловживати засмаганням. Тривалий інтенсивний вплив ультрафіолетових променів на шкіру може спричинити її захворювання.

Видільна функція шкіри пов'язана з діяльністю потових залоз, які здатні виводити з організму надлишки води та мінеральних солей, а також кінцеві продукти обміну. Така функція шкіри є особливо важливою у разі порушення нормальної діяльності нирок.

Секреторну функцію забезпечують сальні залози шкіри (*пригадайте значення виділень цих залоз*). У шкірі під впливом ультрафіолетових променів виробляється вітамін D (про його роль для організму людини дізнайтеся з додатку). Секреторну функцію також виконують молочні залози в жінок після народження дитини.

Шкірі притаманна також ***дихальна функція***. За безпосереднього контакту повітря зі шкірою частина кисню (1–2 % від того, який споживає організм) здатна за рахунок процесів дифузії проникати до внутрішнього середовища організму і використовуватися для процесів життєдіяльності.

Шкіра бере участь ***в обміні речовин і перетворенні енергії***. У підшкірній клітковині містяться запаси жирів, які за потреби розщеплюються і виділяють потрібну організму енергію.

Шкірі властива ***чутлива функція***. У ній є рецептори, які здатні сприймати дотик, розтягнення чи стискання, тепло, холод, біль. Найбільше рецепторів на пучках пальців рук, долонях, підошвах, губах. Шкірна чутливість є надзвичайно важливою, оскільки дає змогу уникати обморожень, опіків, механічних та інших ушкоджень і уражень.

Шкіра бере участь у ***розподілі крові*** в організмі людини. Завдяки зміні діаметра кровоносних судин шкіри регулюється кількість крові, яка по ній протікає. Частина крові постійно міститься в певних капілярах і надходить у русло кровообігу в разі зниження тиску крові, її втрат тощо.

Одна з найважливіших функцій шкіри – участь у ***терморегуляції***. Докладніше про це у наступному параграфі.

✿ *Ключові терміни і поняття:* **епідерміс, власне шкіра (дерма), підшкірна жирова клітковина, нігті, волосся.**

УЗАГАЛЬНИМО ЗНАННЯ

- Ззовні тіло людини вкрите шкірою, що складається з епідермісу, власне шкіри (дерми) та підшкірної жирової клітковини. Шкіра – багатофункціональний орган, який виконує терморегуляційну, рецепторну, захисну, видільну, обмінну, дихальну функції, а також бере участь у синтезі вітамінів, є депо крові в організмі.
- До основних похідних шкіри належать нігті та волосся. У шкірі є потові, сальні залози.

ПЕРЕВІРТЕ ТА ЗАСТОСУЙТЕ ЗДОБУТІ ЗНАННЯ

Дайте відповідь на запитання

1. Яке значення для організму має шкіра? 2. Яка будова шкіри? 3. Які особливості шкіри забезпечують її еластичність? Яке значення має еластичність шкіри? 4. Які функції виконує шкіра? 5. Яка будова волосини? Як росте волосся? 6. Яка будова нігтя і як він росте? 7. Яку будову має підшкірна клітковина? 8. Які типи залоз є в шкірі людини?

Виберіть одну правильну відповідь

1. Укажіть складову шкіри, завдяки якій, незважаючи на постійне злущування її верхнього шару, вона не тоншає: а) роговий шар епідермісу; б) ростковий шар епідермісу; в) кровоносні судини дерми; г) сальні залози дерми.
2. Укажіть складову шкіри, похідною якої є волосся: а) епідерміс; б) дерма; в) підшкірна жирова клітковина; г) потові залози.
3. Чим зумовлений колір шкіри людини: а) кількістю пігменту меланіну; б) товщиною епідермісу; в) глибиною розміщення волосяних цибулин; г) кількістю підшкірної клітковини?

ОБГОВОРІТЬ У ГРУПАХ. І група. Чому запасання підшкірного жиру за виживання людини в природних умовах було дуже корисним, а в умовах сучасної цивілізації досить часто стає злом? ІІ група. Чому тіло людини повністю не вкрите густим волоссям?

ПОМІРКУЙТЕ. 1. Чому, незважаючи на постійне злущування верхнього шару шкіри, вона не стає тоншою? 2. У дитини та її батьків рельєфний малюнок на пучках пальців не ідентичний, але дуже схожий. Чим це можна пояснити?

ТВОРЧЕ ЗАВДАННЯ. Виконайте проект (*на вибір*). 1. Визначте тип своєї шкіри на різних ділянках обличчя, рук. 2. Складіть правила догляду за своєю шкірою.

§ 27. ТЕРМОРЕГУЛЯЦІЯ В ОРГАНІЗМІ ЛЮДИНИ. ЗАХВОРЮВАННЯ ШКІРИ ТА ПРОФІЛАКТИКА ЇХ

Пригадайте, як здійснюється терморегуляція в холоднокровних і теплокровних тварин. Які термометри використовують під час вимірювання температури тіла людини? Які захворювання належать до інфекційних? До яких груп тварин належать воші, коростяні свербуни, залозниці?

Що таке терморегуляція і як вона здійснюється? **Терморегуляція** – це узгоджена взаємодія в організмі процесів ***теплоутворення*** та ***тепловіддачі*** для підтримання температури тіла на певному рівні, відмінному від температури довкілля. Ви пам'ятаєте, що людина, як й інші ссавці та птахи, належить до теплокровних організмів, які здатні підтримувати сталу температуру свого тіла на певному рівні, що не залежить від температури довкілля. Це забезпечується досконалими механізмами терморегуляції, тобто врівноваженням процесів утворення і віддачі тепла в організмі.

Ви пам'ятаєте, що тепло в організмі утворюється постійно завдяки процесам розщеплення органічних сполук. Найінтенсивніше це відбувається в печінці та м'язах. У скелетних м'язах тепло утворюється лише під час їхнього скорочення. Саме тому навіть на великому морозі, коли ви бігаєте і стрибаєте, буває жарко. І навпаки, коли ви не рухаєтесь, то навіть за невеликого холоду починаєте тремтіти.

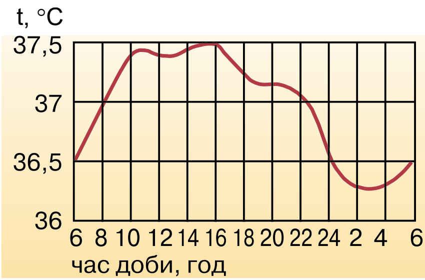
Тремтіння – це особливі скорочення м'язів, які сприяють збільшенню кількості утворюваного тепла, а отже, є пристосувальною реакцією, яка протидіє зниженню температури тіла. До організму тепло може надходити також із зовнішнього середовища за умови, якщо його температура перевищує температуру тіла.

У курсі фізики ви вивчали явище тепловіддачі. Воно полягає в тому, що тіла, які мають вищу температуру, контактуючи з тілами, що мають нижчу температуру, віддають їм тепло. Теплова енергія з організму людини випромінюється в довкілля через покриви, виходить із нагрітим повітрям під час видиху, виділяється з потом, сечею тощо. Тепловіддача має не менш важливе значення, ніж теплоутворення, бо якби все тепло, яке виробляє організм, затримувалося в ньому, то людина загинула б упродовж кількох годин від перегрівання.

ЗАПАМ'ЯТАЙТЕ! Для нормального функціонування організму в цілому важливо, щоб процеси теплоутворення і тепловіддачі були збалансованими. За зниження температури навколишнього середовища збільшується вироблення тепла організмом і зменшується тепловіддача, а за зростання температури довкілля, навпаки, зменшується вироблення тепла і зростає тепловіддача. Показником взаємної узгодженості процесів теплоутворення і тепловіддачі є стала температура тіла людини.

Якою є температура різних частин тіла людини? У здорової людини температура тіла постійна. У нормі в спокійному стані в пахвовій ямці вона становить +36,5...+36,9 °С, тоді як температура внутрішніх органів вища, наприклад у печінці вона становить +38...+38,5 °С. На поверхні шкіри голови й тулуба температура дещо вища, а на кінцівках у міру віддалення від тулуба вона поступово знижується. Так, температура в ділянці гомілковостопного суглоба становить приблизно +30 °С, а на пальцях ноги +24,5 °С.

Ми вже згадували, що температура тіла здатна змінюватися під час посилення фізичних навантажень. Наприклад, під час тривалого бігу температура тіла може зростати до +38...+39 °С і вище. Після припинення фізичних навантажень температура тіла швидко повертається до норми. Змінюється температура тіла і впродовж доби: вночі (о 2–4-й год) вона стає найнижчою і опускається до +36,4...+36,5 °С, а надвечір (о 16–19-й год) є найвищою – +37...+37,5 °С (мал. 109).



Мал. 109. Добовий ритм температури тіла. ***Завдання***. *Розгляньте графік зміни температури тіла людини впродовж доби. Чому це відбувається? Коли температура найвища? Чому?*

Температуру тіла людини вимірюють за допомогою медичного термометра (мал. 110) зазвичай у пахвовій ямці (7–8 хв).

ЗАПАМ'ЯТАЙТЕ! З медичним термометром слід поводитись обережно, бо він містить ртуть. Цей рідкий метал, потрапивши в організм, може спричинити важке отруєння людини.

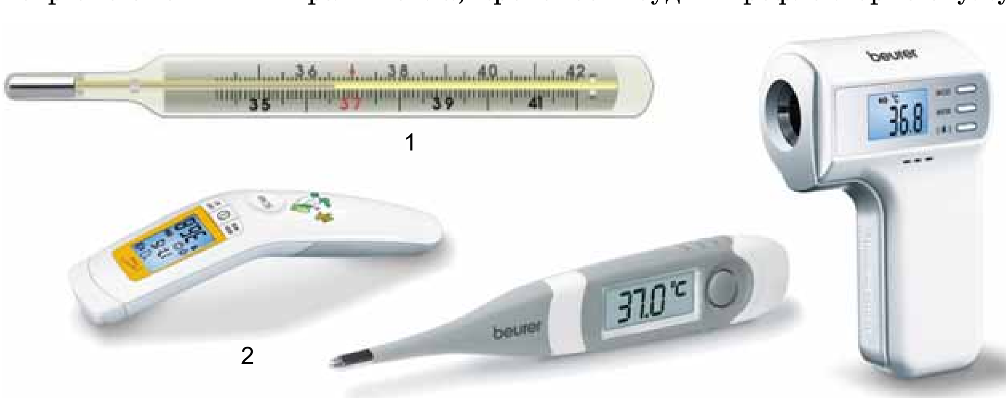
ЦІКАВО ЗНАТИ! Сучасні автоматичні термометри мають електронний датчик, покази якого висвічуються на дисплеї. Точність вимірювання може сягати сотих часток градуса. Такі термометри безпечні, стійкі до ударів (деякі з них – водостійкі) і здатні визначати температуру від 6–10 с до 3 хв (залежно від моделі). Часто вони мають звукову сигналізацію (після закінчення вимірювання подається звуковий сигнал), пам'ять (у них можна зберігати результати попередніх вимірювань).

Порушення механізмів терморегуляції спричиняє ***перегрівання*** або ***переохолодження*** організму, яке передусім залежить від температури довкілля.

Висока здатність організму людини до терморегуляції дає змогу їй існувати в різних умовах: Крайньої Півночі, спекотних пустель Африки і Азії тощо.

Як шкіра бере участь у терморегуляції? Оскільки шкіра безпосередньо контактує із зовнішнім середовищем, то «розігріта» кров, підходячи до шкіри, може охолоджуватись, віддаючи при цьому значну кількість тепла. Однак кров шкіри віддає надлишкове тепло лише за умови, якщо температура зовнішнього середовища нижча, ніж поверхня шкіри. При кімнатній температурі (+20...+22 °С) через шкіру з організму виводиться близько 70–80 % надлишкового тепла.

Кількість тепла, яке організм віддає у довкілля, залежить від кількості крові, яка протікає по судинах шкіри. Тому в прохолодну погоду, коли потрібно зменшити втрати тепла, кровоносні судини рефлекторно звужу-



Мал. 110. Термометри для вимірювання температури тіла: 1 – ртутний; 2 – електронні

ються, і кількість крові, що протікає по них за одиницю часу, зменшується. Тим самим організм заощаджує тепло. У спекотну погоду, навпаки, діаметр кровоносних судин шкіри рефлекторно збільшується: кількість крові, яка протікає по них за одиницю часу, зростає. Так само зростає кількість тепла, що випромінюється у довкілля. Коли кровоносні судини розширюються, шкіра червоніє, а коли звужуються на прохолодному повітрі, – бліднішає.

Надлишкове тепло ефективно виводиться в довкілля завдяки випаровуванню води з поверхні шкіри. Це має особливе значення за високих температур довкілля, оскільки за таких умов виділення тепла через шкіру обмежене або взагалі неможливе. За добу при кімнатній температурі з поверхні тіла людини випаровується до 800 мл поту, тоді як у спекотну погоду (при температурі +35 °C і вище) – до 4,5 л, а якщо при цьому людина виконує важку фізичну роботу – до 10 л. В умовах низьких температур виділення поту зменшується або зовсім припиняється. Додатково вода видаляється з організму через легені під час частого дихання у спекотну погоду.

На інтенсивність випаровування поту впливає вологість повітря. Якщо вміст водяної пари в повітрі низький – поту випаровується більше, і людина краще переносить спекотну погоду. І навпаки, в умовах вологого повітря високі температури довкілля переносити важче, бо випаровування поту знижується.

Перегрів організму може спричинити тепловий удар.

ЗАПАМ'ЯТАЙТЕ! ***Тепловий удар*** – патологічний стан, зумовлений загальним перегріванням організму внаслідок дії зовнішніх теплових чинників.

За надмірної дії сонячного випромінювання може статися ***сонячний тепловий удар***. При цьому людина відчуває головний біль, у неї розвиваються задуха, запаморочення, слабкість, частішає пульс, виникає шум у вухах і миготіння перед очима. Людина може знепритомніти.

Здоров'я людини. Потерпілого від сонячного теплового удару потрібно перенести в прохолодне місце, розстебнути комір, покласти на голову змочений холодною водою рушник, трохи підняти вгору ноги, підклавши під них валик (мал. 111). Бажано загорнути людину в мокре простирадло, створити рух повітря і тим посилити випаровування поту. Якщо в потерпілого зупинилося дихання і не промацується пульс,



Мал. 111. Основні дії, які необхідно виконати в разі перегріву (теплового або сонячного удару). ***Завдання.*** *Схарактеризуйте дії під час надання першої допомоги потерпілому*

необхідно зробити штучне дихання, непрямий масаж серця і негайно викликати лікаря. Щоб запобігти сонячному тепловому удару, треба покривати голову світлим головним убором з достатньою проникливістю для повітря, не перебувати занадто довго під прямими сонячними променями тощо.

Віддачі тепла в довкілля перешкоджає прошарок підшкірної жирової клітковини. Що цей шар товщий, то менше тепла потрапляє в довкілля. Тому люди, у яких цей прошарок розвинений добре, краще переносять прохолодну погоду, але гірше – спекотну.

Волосяний покрив голови також має певне значення для терморегуляції, бо нерухомий прошарок повітря, який утворюється між волоссям, здатний зменшувати тепловіддачу. Тим самим він певною мірою захищає мозок від перегріву чи переохолодження.

Здоров'я людини. Ефективність тепловіддачі залежить від правильно підібраного одягу, оскільки між одягом та тілом створюється шар нерухомого повітря, який відіграє роль теплоізолятора. Одяг, виготовлений із природних матеріалів, зберігаючи тепло, здатний частково пропускати повітря і вбирати вологу. Натомість непроникний для повітря одяг перешкоджає випаровуванню поту. У такому одязі навколо тіла людини створюється шар повітря, насиченого водяною парою.

Як регулюються процеси терморегуляції? Процеси теплоутворення та тепловіддачі регулюють нервова система та біологічно активні речовини. Зокрема, зміни температури довкілля сприймають рецептори шкіри. Від них нервові імпульси по чутливих нервових шляхах прямують до центру терморегуляції, який розташований у головному мозку, а звідти по нервах – до м'язів та органів. Відповідно рефлекторно змінюється інтенсивність обміну речовин і процесів тепловіддачі. Діяльність центру терморегуляції контролюється корою великих півкуль головного мозку.

На терморегуляцію впливають також і гормони, які виробляють залози внутрішньої секреції. Наприклад, у стані гніву або страху судини шкіри розширюються під впливом гормону адреналіну. Завдяки цьому збільшується тепловіддача.

Здоров'я людини. Терморегуляційні процеси в організмі людини можна вдосконалити завдяки загартовуванню. Пригадайте з курсу основ здоров'я способи загартовування організму людини: ***перебування на свіжому повітрі, водні процедури, сонячні ванни.*** Для того щоб загартовування було дієвим, слід дотримуватися певних правил. Перше з них – це поступове збільшення навантаження на організм. Друге правило – регулярність.

Які бувають захворювання шкіри? Нормальне функціонування шкіри порушується внаслідок різних її захворювань (*див. таблицю 10*).

Таблиця 10

Деякі поширені хвороби шкіри

Хвороби шкіри	Причини виникнення	Ознаки	Профілактика
Дерматити – запалення шкіри	Вплив чинників зовнішнього середовища (сонце, мороз, вітер, хімічні речовини, деякі бактерії)	Почервоніння, свербіж, запальні реакції шкіри	Уникати впливу цих чинників, у разі інфекції звернутися до лікаря

Продовження таблиці 10

Себорея – запалення сальних залоз	Захворювання нервової та ендокринної систем, нераціональне харчування	Запалення сальних залоз (вугрі), біля коренів волосся на голові (лупа)	Дотримання збалансованого раціонального харчування
Грибкові ураження окремих ділянок шкіри або її похідних	Зараження дріжджоподібним грибком роду Кандида	Почервоніння шкіри, свербіж, утворення виразок, руйнування нігтьових пластинок	Профілактичні заходи після відвідування басейнів, лазень загального користування
Педикульоз – ураження вошами окремих ділянок шкіри, вкритих волоссям, переважно голови	Контакт з хворими на педикульоз людьми або їхніми речами	Нестерпний свербіж	Тримати волосся у чистоті, не користуватися чужим гребінцем чи рушником
Короста – захворювання, збудником якого є кліщ коростяний свербун	Контакт з хворими на коросту	Висип, почервоніння, нестерпний свербіж	Уникати контакту з хворими на коросту, бути обережними із чужими речами

Завдання. *Користуючися таблицею 10, назвіть хвороби шкіри, причини їх виникнення та ознаки; профілактичні заходи щодо них.*

ЗАПАМ'ЯТАЙТЕ! Злущені клітини епідермісу склеюються потом і шкірним салом, закупорюючи протоки сальних і потових залоз. Наслідком цього може бути поява гнійничкових утворів на шкірі – вугрів. На брудній шкірі розмножуються мікроорганізми, які можуть спричинити різні хвороби, що важко лікуються. Тільки чиста шкіра може повноцінно виконувати всі свої функції, серед яких найважливіша – захисна. Регулярне миття шкіри гарячою водою з милом звільняє її від бруду, мікроорганізмів і продуктів їхньої життєдіяльності.

✿ ***Ключові терміни і поняття:*** **терморегуляція, теплоутворення, тепловіддача, тепловий удар, сонячний тепловий удар.**

УЗАГАЛЬНИМО ЗНАННЯ

- Людина належить до теплокровних організмів, завдяки досконалим механізмам терморегуляції за звичайних умов температура її тіла досить стала (+36,5…+36,9 °C). Важливим органом, який забезпечує процеси терморегуляції, є шкіра. Процеси терморегуляції регулюються як нервовою системою, так і біологічно активними речовинами – гормонами. Дотримання правил гігієни шкіри, уникання переохолоджування та перегрівання організму, а також загартовування запобігають захворюванням шкіри й поліпшують її стан, а також покращують та зберігають здоров'я людини загалом.

ПЕРЕВІРТЕ ТА ЗАСТОСУЙТЕ ЗДОБУТІ ЗНАННЯ

Дайте відповідь на запитання

1. Як змінюється віддача тепла організмом, коли знижується або підвищується температура навколишнього середовища? 2. Що таке терморегуляція? 3. Яка нормальна температура тіла людини і як її вимірюють? 4. Як здійснюються нервова й гуморальна регуляції теплоутворення та тепловіддачі? 5. Що таке теп-

ловий удар? Які дії потрібно виконати під час надання першої допомоги в разі теплового удару? 6. Які хвороби шкіри ви знаєте? Як їх уникнути?

Виберіть одну правильну відповідь

Укажіть зміни, які відбуваються з кровоносними судинами шкіри за підвищення температури зовнішнього середовища: а) звужуються; б) розширюються; в) одні звужуються, інші – розширюються; г) їхній діаметр не змінюється.

Установіть правильну послідовність механізму тепловіддачі за підвищеної температури зовнішнього середовища: а) до шкіри надходить менше крові; б) кровоносні судини звужуються; в) тепловіддача зменшується.

ОБГОВОРІТЬ У ГРУПАХ. І група. Розкрийте механізм і значення терморегуляції. ІІ група. Яка роль шкіри в регуляції теплообміну.

ПОМІРКУЙТЕ. 1. На чистій шкірі людини за 10 хв гине 85 % хвороботворних бактерій, а на брудній – лише 5 %. Яка причина загибелі бактерій? Який гігієнічний висновок випливає із цього факту? 2. Чому вночі температура тіла людини знижується? 3. У жителів Крайньої Півночі (чукчів, ескімосів, якутів тощо) шар підшкірної клітковини особливо товстий. Як це допомагає їм існувати в умовах низьких температур?

ТВОРЧЕ ЗАВДАННЯ. Підготуйте пам'ятку «Заходи щодо профілактики захворювань шкіри».

САМОКОНТРОЛЬ ЗНАНЬ З ТЕМИ

Виберіть одну правильну відповідь

1. Укажіть орган сечовидільної системи, у якому накопичується сеча: а) сечовід; б) сечовий міхур; в) сечівник.

2. Позначте зміни, які відбуваються з кровоносними судинами шкіри під час зниження температури зовнішнього середовища: а) звужуються; б) розширюються; в) одні звужуються, інші – розширюються; г) їхній діаметр не змінюється.

3. Виберіть групу тканин, яка входить до складу епідермісу шкіри: а) епітеліальні; б) внутрішнього середовища; в) м'язові; г) нервові.

4. Позначте частину шкіри, у якій міститься пігмент, що захищає організм від ультрафіолетових променів: а) верхній шар епідермісу; б) дерма; в) підшкірна клітковина; г) нігті.

5. Виберіть процес, завдяки якому організм людини зігрівається: а) скорочення м'яза, що піднімає волосся; б) виділення секрету сальних залоз; в) потовиділення; г) підвищення інтенсивності обміну речовин.

6. Що таке ниркова миска: а) сукупність нефронів; б) сукупність ниркових трубочок; в) сукупність ниркових пірамід; г) порожнина в центрі нирки?

7. Укажіть шар покривів людини, у якому відсутні кровоносні судини: а) епідерміс; б) дерма; в) підшкірна жирова клітковина; г) кровоносні судини присутні в усіх шарах покривів людини.

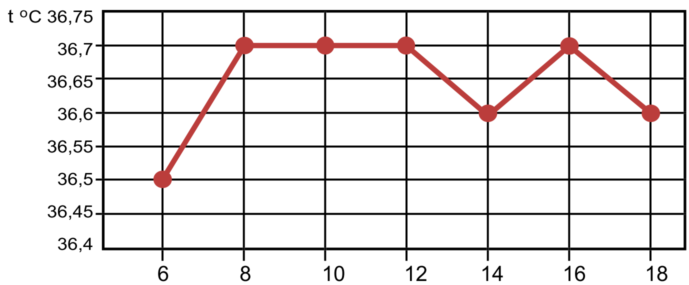
8. ***Установіть правильну послідовність*** процесу утворення первинної сечі: а) плазма крові профільтровується в порожнину капсули нефрону; б) кров надходить у капілярний клубочок нефрону; в) з капсули первинна сеча надходить до канальців нефронів; г) у порожнині капсули нефрону утворюється первинна сеча.

9. ***Установіть правильну послідовність*** процесу утворення вторинної сечі: а) профільтрована кров виходить із капсули нефрону; б) кров надходить до капсули нефрону; в) фільтрат очищається у сечових канальцях; г) вторинна сеча виходить із нирок.

10. ***Установіть правильну послідовність*** механізму тепловіддачі за зниженої температури зовнішнього середовища: а) до шкіри надходить більше крові; б) кровоносні судини розширюються; в) тепловіддача збільшується.

11. ***Розв'яжіть задачу.*** Полічіть, скільки крові (%), що проходить через нирки, переходить у фільтрат, якщо за хвилину через обидві нирки проходить 1250 мл крові, що приводить до утворення 125 мл фільтрату. Виберіть правильну відповідь: а) 0,001 %; б) 0,01 %; в) 0,1 %; г) 10 % .

12. ***Робота з графіком.*** На графіку зображено показники ритму температури тіла людини протягом робочого дня.



А. Проаналізуйте графік. Б. Чому температура тіла людини змінюється впродовж доби? Коли вона найвища? Чому? В. Як зміна температури тіла впливає на продуктивність праці?

Поміркуйте.

13. Відомо, що кількість виділеної організмом сечі протягом доби в спеку зменшується. Поясніть, чому так відбувається.

14. У спеку поту виділяється більше, ніж сечі, а в холодну погоду – навпаки. Як можна пояснити таку закономірність?

15. Як взаємопов'язані між собою кровоносна та сечовидільна системи? Яке це має значення для функціонування організму?



Тема 6

ОПОРА ТА РУХ

Що означає вислів «Рух – це життя»? Який зв´язок між будовою та функціями різних частин опорно-рухової системи? Як зберегти скелет здоровим? Як правильно надавати першу допомогу в разі ушкодження органів опорно-рухової системи і яке це має значення?

§28. ЗНАЧЕННЯ ОПОРНО-РУХОВОЇ СИСТЕМИ

Пригадайте, що таке зовнішній і внутрішній скелет у тварин. Які особливості будови опорно-рухової системи у ссавців? Які є різновиди м'язової тканини?

Яке значення опорно-рухової системи людини? Опорно-рухова система людини складається з пасивної та активної частин. Її пасивна частина – це внутрішній скелет (як і у всіх хребетних тварин), активна – скелетна мускулатура. Вони функціонують як єдине ціле.

Уже в назві опорно-рухової системи визначено дві її основні функції: **створення опори для різних органів і систем органів** та **забезпечення рухів усього тіла та окремих його частин**. Система сполучених між собою кісток і м'язів підтримує тіло людини у вертикальному положенні. Крім того, окремі частини скелета забезпечують певне положення внутрішніх органів. М'язи завдяки своїм скороченням і розслабленням забезпечують рухи різних частин скелета: кінцівок, нижньої щелепи, ребер та ін. Кістки при цьому виконують роль важелів, які приводять у рух прикріплені до них м'язи. Відповідно рухаються різні частини нашого тіла; воно пересувається в просторі (ходіння, біг, плавання). Опорно-рухова система ***визначає форму і розміри нашого тіла***.

Ще одна функція опорно-рухової системи – ***захисна***. Скелет у цілому та окремі його частини захищають внутрішні органи від механічних ушкоджень. Наприклад, кістки черепа захищають головний мозок, дуги хребців – спинний мозок, кістки грудної клітки – легені та серце. М'язи черевного преса захищають органи черевної порожнини (шлунок, кишечник, печінку тощо) від струсів, ударів тощо.

Важлива роль кісток скелета у ***процесах кровотворення***. Червоний кістковий мозок, розташований всередині них, бере участь в утворенні формених елементів крові (*пригадайте їх*).

Опорно-рухова система бере участь в обміні речовин. У кістках відкладаються неорганічні солі (переважно карбонати та ортофосфати кальцію) та деякі інші мікроелементи. Вони можуть вивільнятись і з током крові

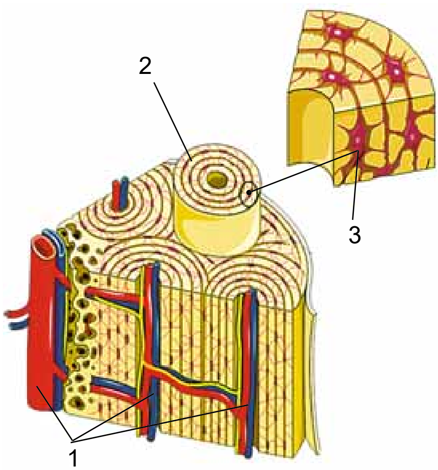
потрапляти до тих органів, де в них є потреба. У скелетних м'язах відбувається обмін вуглеводів. Так, у м'язах відкладається глікоген. За потреби він розщеплюється до глюкози, яка є основним джерелом енергії в організмі. З кров'ю глюкоза транспортується до різних тканин та органів, де розкладається з виділенням енергії. Таким чином, у м'язах хімічна енергія перетворюється на механічну (скорочення м'язів) та теплову (при розщепленні глюкози виділяється тепло, важливе для підтримання сталої температури тіла).

З яких тканин складається скелет людини? **Скелет** – це сукупність з'єднаних між собою кісток і хрящів. Отже, основу скелета людини складають кісткова та хрящова тканини. Якщо подивитись на поперечний зріз кістки через лупу, то можна побачити структурні елементи **скелетної тканини**, які називають ***остеонами*** (мал. 112). Кожен остеон побудований зі вставлених одна в одну пластинок циліндричної форми. Їх нараховують від 5 до 20. Кожна така пластинка-циліндр складається з невеликої кількості клітин – ***остеоцитів***, які ніби вмуровані в щільній міжклітинній речовині. У центрі кожного остеона є канал, де проходять кровоносні судини (мал. 112).

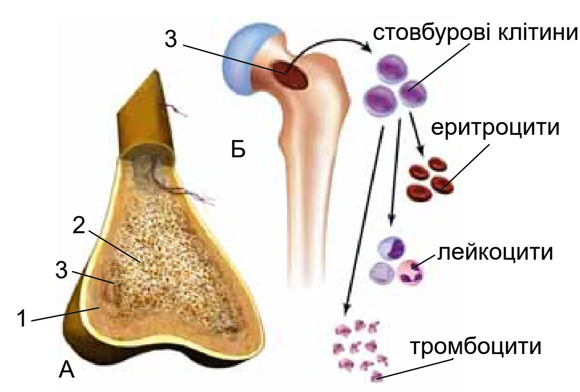
Залежно від щільності розміщення остеонів у кістках розрізняють компактну та губчасту речовину. У ***компактній речовині*** кісткові пластинки розташовані щільно й упорядковано. У ***губчастій речовині*** кісткові пластинки розташовані не щільно і менш упорядковано. Тому губчаста речовина має комірчасту будову і нагадує сітку (мал. 113). Поєднання в кістках компактної та губчастої речовини надає їм великої міцності під час стискання й розтягання.

Порожнини в губчастій речовині заповнені *червоним кістковим* мозком, у якому утворюються клітини крові (мал. 113, 3).

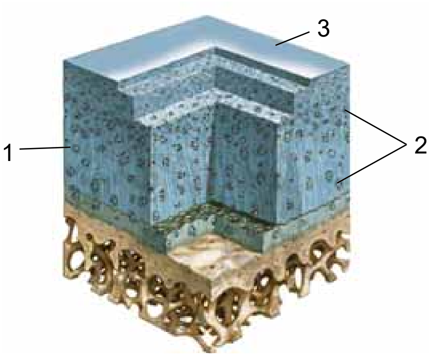
ЦІКАВО ЗНАТИ! Кісткові пластинки розташовані як у компактній, так і в губчастій речовині в напрямку сил розтягання або стискання, що надає кісткам значної міцності.



Мал. 112. Будова кісткової тканини: 1 – кровоносні судини; 2 – остеон; 3 – остеоцит



Мал. 113. А. Компактна (1) і губчаста (2) речовина кістки; червоний кістковий мозок (3). Б. Роль червоного кісткового мозку в процесах кровотворення



Мал. 114. Будова хряща: 1 – хрящова тканина; 2 – хондроцити; 3 – охрястя

Хрящова тканина складається з клітин та органічної міжклітинної речовини, яка визначає її міцність і пружність (мал. 114). Вона не містить кровоносних судин. Хрящові клітини – ***хондроцити*** – кулястої чи овальної форми, часто з відростками, здатні до поділу. Хрящі оточені оболонкою – ***охрястям***, клітини якої виділяють білок колаген. Колагенові волоконця утворюють зовнішній шар охрястя, де проходять кровоносні судини і нерви. За рахунок охрястя можлива регенерація хрящової тканини.

Вивчимо будову кісткової та хрящової тканин під час виконання лабораторного дослідження.

ЛАБОРАТОРНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ

Мікроскопічна будова кісткової та хрящової тканини

Обладнання та об'єкти дослідження: мікроскопи, мікропрепарати кісткової та хрящової тканини.

1. Розгляньте під мікроскопом мікропрепарат кісткової тканини. Замалюйте побачене. Позначте особливості будови кісткової тканини, які забезпечують виконання її функцій.
2. Розгляньте під мікроскопом мікропрепарат хрящової тканини. Замалюйте побачене. Позначте особливості будови хрящової тканини, які забезпечують виконання її функцій.
3. Порівняйте особливості будови та функції кісткової та хрящової тканин.

Який хімічний склад кісток? Кістки складаються з неорганічних та органічних речовин. Органічні речовини, передусім білки (колаген), надають кісткам гнучкості та пружності. Переконатись у цьому можна, провівши нескладний дослід. Якщо на 20–24 год покласти кістку в 10 %-й розчин хлоридної кислоти, то її неорганічні речовини поступово розчиняться, залишаться лише органічні сполуки. Оброблена в такий спосіб кістка стає такою гнучкою, що її можна зав'язати у вузол (мал. 115).

Неорганічні сполуки (переважно Кальцію) надають їй твердості. Так, якщо тривалий час нагрівати кістку на вогні, органічні речовини згоряють, а вода випаровується. Навіть за незначних струсів така кістка розсипається на дрібні частки.

Здоров'я людини. З віком співвідношення органічних і неорганічних речовин у кістках змінюється. У дітей у складі кісток переважають органічні речовини. Їхні кістки гнучкі й пружні, але за надмірних навантажень або недотримання гігієнічних вимог (наприклад, у разі неправильної постави тіла під час си-



Мал. 115. Звичайна кістка (1) та кістка з видаленими неорганічними речовинами (2)

діння за партою) вони можуть викривитись. Проте у дітей переломи кісток трапляються рідше, ніж у літніх людей. З віком уміст неорганічних речовин у кістках зростає. Тому кістки дорослих людей стають міцнішими, але більш крихкими, частіше ламаються, а зламані кістки гірше зростаються.

ЦІКАВО ЗНАТИ! Кістки людини здатні витримувати навантаження на одиницю поверхні у 2,5 раза більші, ніж граніт, і майже у 30 разів більші, ніж цегла. Так, стегнова кістка людини у вертикальному положенні може витримати навантаження 1,5 т (мал. 116). За своєю твердістю та пружністю кістки не поступаються бетону.



Мал. 116. Міцність стегнової кістки

✿ ***Ключові терміни і поняття:*** **остеон, остеоцити, хондроцити, охрястя, колаген, губчаста та компактна речовина.**

УЗАГАЛЬНИМО ЗНАННЯ

- У людини опорно-рухова система складається з внутрішнього скелета та скелетних м'язів, які діють як єдине ціле. Скелет виконує опорну, захисну та кровотвірну функції, бере участь в обміні мінеральних сполук.
- Кістки складаються з неорганічних та органічних речовин. Органічні речовини надають кісткам гнучкості та пружності, а неорганічні – твердості. Кісткова тканина складається з кісткових пластинок, утворених з клітин, та міжклітинної речовини. У кістках виділяють губчасту та компактну речовину. Компактна речовина зазвичай розташована ззовні, а губчаста – під нею. Вона містить червоний кістковий мозок.

ПЕРЕВІРТЕ ТА ЗАСТОСУЙТЕ ЗДОБУТІ ЗНАННЯ

Дайте відповідь на запитання

1. Яке значення опорно-рухової системи людини? 2. Які особливості будови кісткової тканини? 3. Що надає кісткам твердості й міцності? 4. Що собою становить хрящова тканина? 5. Який хімічний склад кісток? 6. Яку роль у кістках виконують органічні та неорганічні сполуки? 7. Яку речовину кісток називають компактною, а яку – губчастою?

Виберіть одну правильну відповідь

1. Укажіть тканини, які в основному складають опорну систему людини: а) кісткова та м'язова; б) хрящова та м'язова; в) кісткова та хрящова; г) хрящова та сполучна волокниста.
2. Укажіть назву клітин кісткової тканини: а) хондроцити; б) лейкоцити; в) остеоцити; г) тромбоцити.
3. Укажіть назву клітин хрящової тканини: а) хондроцити; б) остеоцити; в) лейкоцити; г) еритроцити.
4. Укажіть складову кістки, в якій містяться червоний кістковий мозок: а) окістя; б) компактна речовина; в) губчаста речовина; г) хрящові прошарки.

ОБГОВОРІТЬ У ГРУПАХ. Значення системи органів опори і руху.

ПОМІРКУЙТЕ. Що спільного та відмінного в будові, властивостях і функціях губчастої та компактної речовини кісток?

§29. ТИПИ КІСТОК СКЕЛЕТА ЛЮДИНИ ТА ОСОБЛИВОСТІ ЇХНЬОГО СПОЛУЧЕННЯ

Пригадайте особливості будови кісткової тканини.

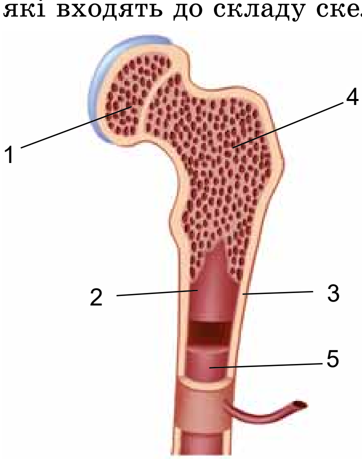
На які групи поділяють кістки скелета людини залежно від їхньої форми та функцій? Скелет людини складається більш як із 200 різних кісток. За формою, розміром та функціями їх ділять на трубчасті (довгі і короткі), губчасті (довгі та короткі), плоскі та змішані.

Трубчасті довгі кістки складають основу кінцівок і виконують функцію важелів, які приводяться в рух м’язами. У них розрізняють видовжену середню частину – тіло – та два розширені кінці – головки (мал. 117).

Головки трубчастих кісток (стегнової, плечової тощо) вкриті компактною речовиною, під якою розташована губчаста (мал. 117). Тіло трубчастих кісток має порожнину, заповнену *жовтим кістковим мозком* – багатою на жир пухкою сполучною тканиною. За певних умов цей жир використовується для енергетичних потреб. Трубчаста будова довгих кісток забезпечує їхню міцність і легкість.

У тілі трубчастих кісток переважає компактна речовина. Між головками та тілом довгих трубчастих кісток є хрящові пластинки. Їхні клітини здатні до поділу, завдяки чому кістки ростуть у довжину. Згодом у клітинах хрящових пластинок відкладаються мінеральні солі й вони втрачають здатність до поділу. Так кісткова тканина заміщує хрящову. Під впливом навантажень кісткова тканина здатна перебудовуватися. Що більше та триваліше навантаження на кістки, то активніше оновлюється в них кісткова тканина і вона міцнішає.

У трубчастих довгих кісток довжина значно переважає товщину. Це, наприклад, кістки кінцівок: плеча, передпліччя, стегна, гомілки. ***Трубчасті короткі кістки*** розміщуються в тих частинах скелета, де вони повинні одночасно зберігати високу рухливість і витримувати велике навантаження. Це, наприклад, фаланги пальців, кістки плесна, п’ястка, які входять до складу скелета верхніх і нижніх кінцівок (мал. 118).

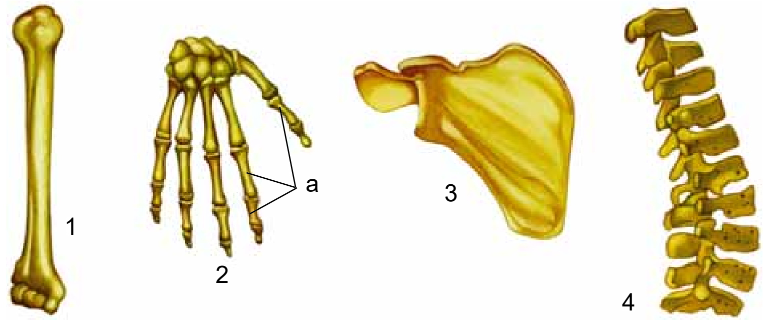


Мал. 117. Будова трубчастої кістки: 1 – головка; 2 – тіло; 3 – окістя; 4 – червоний кістковий мозок; 5 – жовтий кістковий мозок

Ззовні кістка, за винятком суглобових поверхонь, укрита оболонкою – ***окістям.*** Це тонкий, але дуже щільний шар волокнистої сполучної тканини, який зрісся з кістковою тканиною. Окістя містить багато кровоносних і лімфатичних судин, нервових закінчень. Клітини внутрішнього шару окістя здатні ділитися й утворювати нові клітини кісткової тканини. Завдяки цьому кістка потовщується. Клітини окістя в разі переломів кісток починають активно ділитися і забезпечують їхнє зростання.

Отже, окістя забезпечує живлення кісток, їхнє потовщення, а також зростання після переломів. Суглобові поверхні кісток, вільні від окістя, вкриває суглобовий хрящ.

Губчасті кістки складаються переважно з губчастої кісткової тканини, вкритої тонким шаром компактної речовини. Серед них роз-



Мал. 118. Різні види кісток: 1 – довга трубчаста кістка; 2 – короткі трубчасті кістки (а – фаланги пальців); 3 – губчаста кістка; 4 – змішані, або неправильні, кістки хребців

різняють ***довгі*** (ребра, грудина) та ***короткі*** (кістки зап'ястка та передплесна). Системи губчастих кісток пружинять і зменшують навантаження на скелет під час рухів (ходьба, піднімання вантажу). ***Плоскі кістки*** побудовані переважно з губчастої речовини, вкритої тонким шаром компактної. Це, наприклад, тазові кістки, лопатки (мал. 118, 3), лобова кістка, тім'яні кістки.

Змішані кістки складаються із частин, які мають різну форму, будову і походження. До них належать хребці (мал. 118, 4), в яких поєднуються елементи коротких трубчастих (тіло) та плоских (відростки) кісток, верхньощелепні кістки та ін.

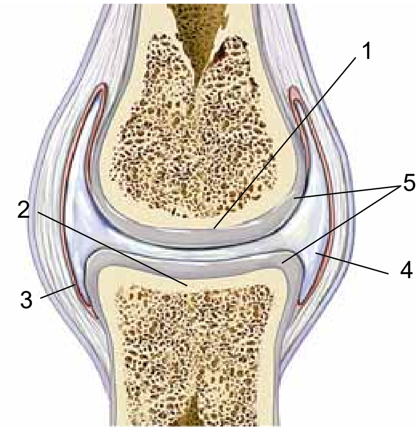
В окрему групу об'єднують ***повітроносні кістки***: лобову, верхньощелепну, клиноподібну, ґратчасту. У них є порожнини, вистелені слизовою оболонкою та заповнені повітрям.

Як ростуть кістки? У новонародженої дитини скелет складається переважно з хрящів. Окостеніння хрящів відбувається впродовж усього періоду розвитку організму і завершується у віці 20–24 років. Ви пам'ятаєте, що в довжину кістки ростуть за рахунок поділу клітин хрящової тканини, розташованої між тілом і головками. У товщину кістки ростуть завдяки розмноженню клітин внутрішнього шару окістя. У період розвитку організму ріст кісток регулюється гормоном росту. Кісткова тканина оновлюється впродовж життя людини.

Як кістки з'єднані між собою? Виділяють два основних типи з'єднання кісток: переривчасте та безперервне. За *переривчастого з'єднання* між кістками є порожнина у вигляді щілини. Таке з'єднання дає змогу кісткам переміщуватись одна відносно одної. За *безперервного з'єднання* щілини між кістками немає, тому такі кістки не можуть рухатись одна відносно одної. Безперервно з'єднані кістки відіграють захисну або опорну роль.

Безперервне сполучення має кілька різновидів. Наприклад, більшість кісток черепа з'єднана звивистими швами так, що западина однієї кістки за формою та розмірами відповідає виступу іншої (як ключ і замок). Часто кістки зрощені між собою (кістки таза, крижові хребці та ін.).

Переривчасте з'єднання кісток забезпечує ***суглоб*** (мал. 119). За будовою розрізняють прості й складні суглоби. *Прості суглоби* з'єднують дві кістки, *складні* – три і більше. Основні складові суглоба – це суглобові поверхні з'єднуваних кісток; суглобова сумка, що охоплює суглобові кінці кісток, та заповнена рідиною суглобова порожнина. Суглоб зміцнюють зв'язки, розміщені зовні або всередині суглобової сумки.



Мал. 119. Будова суглоба: 1 – головка суглоба; 2 – суглобова западина; 3 – суглобова сумка; 4 – суглобова порожнина; 5 – хрящ

Суглобові поверхні кісток вкриті гладеньким суглобовим хрящем, який зменшує тертя кісток між собою під час руху. Суглобова поверхня однієї з кісток, яка входить до складу суглоба, опукла – це *головка суглоба*. В іншої кістки суглобова поверхня увігнута і має назву *суглобової западини*. Така будова суглобових поверхонь забезпечує щільне прилягання кісток одна до одної. Цьому також сприяє те, що суглобова порожнина герметично ізольована і тиск у ній менший за атмосферний. Тому внаслідок дії атмосферного тиску суглобова головка однієї кістки притискається до западини іншої.

Суглобова порожнина оточена сполучнотканинною суглобовою сумкою, яка охоплює суглобові поверхні кісток. Зовнішній шар сумки переходить в окістя, а внутрішній – містить секреторні клітини, які виділяють рідину в порожнину суглоба. Рідина відіграє роль мастила, а також містить поживні речовини для клітин суглобового хряща.

✿ ***Ключові терміни і поняття:*** **трубчасті, губчасті, плоскі та змішані кістки, окістя, суглоб.**

УЗАГАЛЬНИМО ЗНАННЯ

- Кістки бувають трубчасті (довгі та короткі), губчасті (довгі та короткі), плоскі та змішані. Довгі трубчасті кістки складаються з головок і тіла, усередині якого є порожнина, заповнена жовтим кістковим мозком; губчасті, плоскі та змішані кістки такої порожнини не мають.
- Кістки вкриті сполучнотканинною оболонкою – окістям. У довжину трубчасті кістки ростуть за рахунок хрящових прошарків, розташованих між тілом кістки та її головками, а в товщину – за рахунок окістя.
- Кістки можуть бути сполучені за допомогою хрящів, швів чи зрощені безперервно, а тому не здатні до переміщення одна відносно одної або ж ці рухи значно обмежені. Натомість суглоби забезпечують ті чи інші рухи з'єднаних кісток у певних площинах.

ПЕРЕВІРТЕ ТА ЗАСТОСУЙТЕ ЗДОБУТІ ЗНАННЯ

Дайте відповідь на запитання

1. Які типи кісток ви знаєте? 2. Як з'єднані між собою кістки у скелеті людини? 3. Які види безперервного з'єднання кісток ви знаєте? 4. Яка будова суглобів?

Виберіть одну правильну відповідь

1. Укажіть структури, які беруть участь у процесі потовщення кісток людини: а) окістя; б) компактна речовина; в) губчаста речовина; г) жовтий кістковий мозок.
2. Укажіть, за рахунок чого відбувається ріст трубчастих кісток у довжину: а) окістя; б) охрястя; в) губчастої речовини; г) прошарків хрящової тканини між тілом та головками кістки.
3. Укажіть тип кісток, до якого належать плечові та стегнові кістки: а) трубчасті довгі; б) трубчасті короткі; в) губчасті; г) змішані.

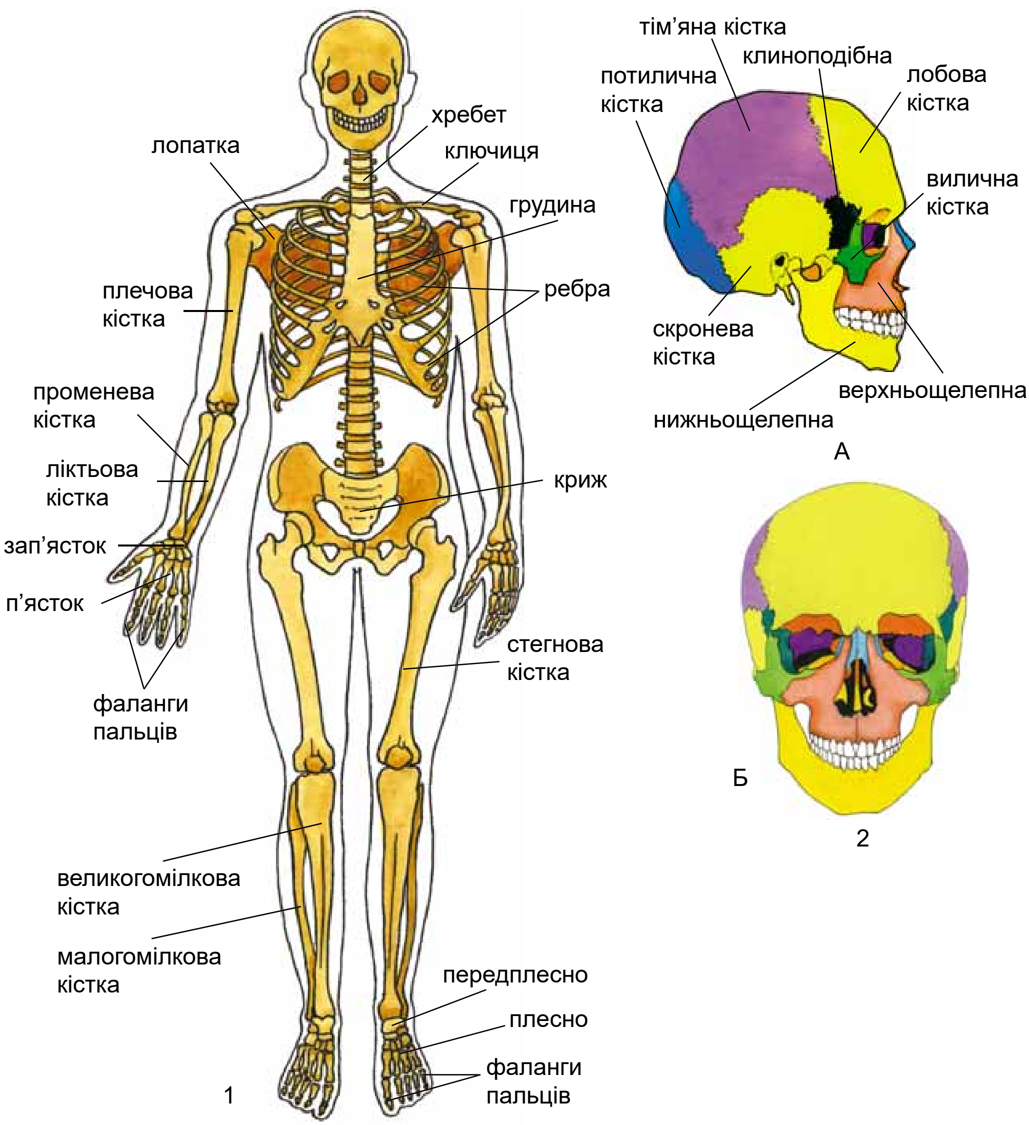
ОБГОВОРІТЬ У ГРУПАХ. Обґрунтуйте взаємозв'язок внутрішньої та зовнішньої будови кісток з їхніми функціями.

§ 30. БУДОВА СКЕЛЕТА ЛЮДИНИ

Пригадайте особливості будови скелета ссавців.

Скелет людини, так само як і скелет ссавців, поділяють на осьовий і скелет кінцівок (мал. 120). У свою чергу, ***осьовий скелет*** включає скелет голови (череп), хребет і грудну клітку.

Які кістки входять до складу скелета голови? Скелет голови – це ***череп*** (мал. 120, 2). У ньому виділяють два відділи – мозковий і лицьовий. У мозковому відділі містяться головний мозок, органи зору, слуху та рівноваги. Лицьовий відділ утворює кісткову основу дихального апарату



Мал. 120. 1. Скелет людини (загальний вигляд). 2. Кістки черепа. Зовнішній вигляд черепа збоку (А) та спереду (Б). ***Завдання.*** *Визначте кістки лицьового відділу черепа*

(верхніх дихальних шляхів) і травного каналу (порожнини носа та рота). Обидва відділи складаються з окремих кісток, з'єднаних між собою нерухомо, за винятком нижньої щелепи.

До складу *мозкового відділу* входять дві парні та чотири непарні кістки, з'єднані за допомогою швів (мал. 120, 2 А). Вони створюють надійний захист головного мозку. Зокрема, основу черепа утворює потилична кістка. Вона має отвір, що сполучає порожнини черепа та хребтового каналу, яким проходить спинний мозок. По обидва боки отвору є два суглобові вирости, за допомогою яких череп сполучається із першим шийним хребцем. Іншими кістками мозкового відділу є: тім'яні, скроневі, лобова, клиноподібна та ін.

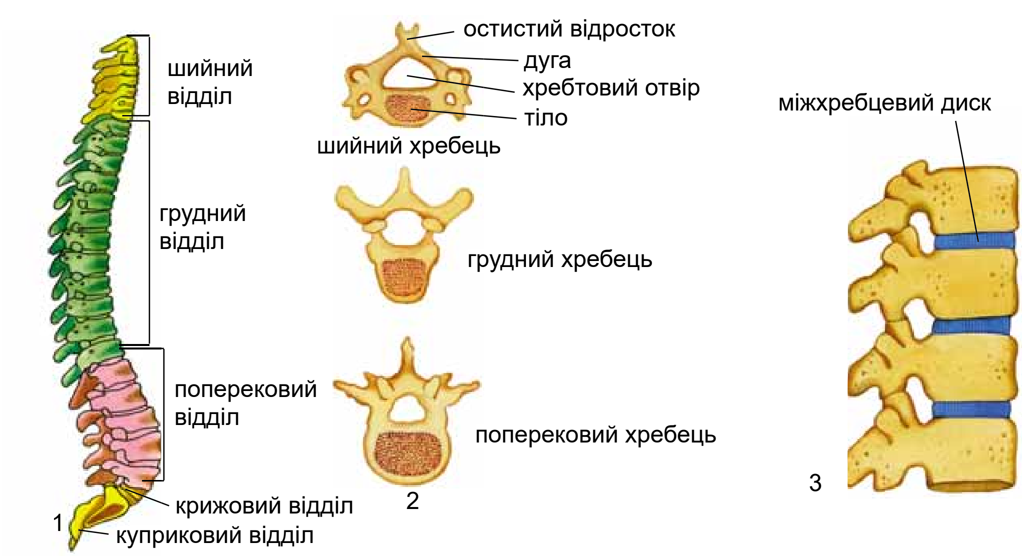
До кісток *лицьового відділу* належать шість парних і три непарні кістки (мал. 120, 2 Б). Це, зокрема, парні верхньощелепні, виличні, носові тощо. Нижня щелепа – єдина рухома кістка черепа. У верхніх і нижній щелепах є комірки, у яких розташовані корені зубів.

Кістки основи черепа мають дрібні отвори, крізь які проходять кровоносні судини і черепно-мозкові нерви.

Яка будова хребта? Хребет людини має S-подібну форму (мал. 121). Він складається з 30–34 хребців і поділяється на 5 відділів: шийний, грудний, поперековий, крижовий та куприковий.

Кожен хребець складається з *тіла, дуги* та *відростків*. Між тілами хребців розташовані міжхребцеві диски, які є пластинками з хряща. Ці диски, а також зв'язки беруть участь у сполученні сусідніх хребців між собою. Таке з'єднання забезпечує значну гнучкість хребта.

Дуга, яка відходить від тіла хребця, має хребтовий отвір (мал. 121, 2). Хребтові отвори всіх хребців разом формують канал хребта, у якому розташований спинний мозок. Від дуги хребців відходять 7 відростків: з них чотири слугують для сполучення хребців між собою, а три – для приєднан-



Мал. 121. 1. Будова хребта. 2. Будова хребця. 3. З'єднання хребців між собою.
Завдання. *Зазначте відмінності в будові хребців з різних відділів хребта. Поясніть їх*

ня м'язів. Найбільший із цих відростків – *остистий*. Він непарний і спрямований назад. Його легко можна промацати на спині у вигляді горбка.

Кожен відділ хребта має певну кількість хребців: шийний – 7, грудний – 12, поперековий – 5, крижовий – 5, куприковий – 1–4.

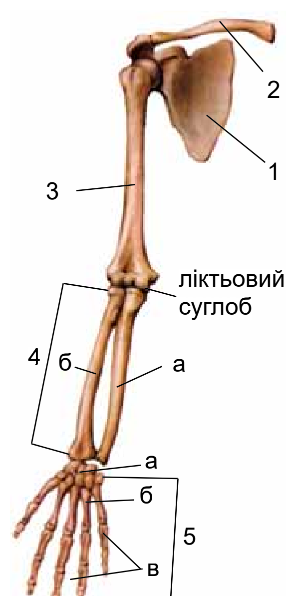
Розміри тіла хребців збільшуються від шийного відділу до крижового, що пов'язано зі зростанням навантаження на хребці, які знаходяться нижче (мал. 121, 2). Найменші розміри мають сім шийних хребців. Особливу будову мають перший та другий шийні хребці, які забезпечують рухи голови. Перший шийний хребець не має тіла. Він складається з двох дуг. У другого хребця є спеціальний зубоподібний відросток, який входить в отвір між дугами першого хребця. Саме навколо цього відростка обертається голова.

ЦІКАВО ЗНАТИ! Перший шийний хребець анатоми назвали *атлантом* на честь міфічного титана Атланта, якого покарали боги, і він мусив вічно підтримувати на своїх плечах небесну сферу. Цей хребець подібно до Атланта підтримує сферу нашої голови.

Дванадцять грудних хребців відрізняються від інших тим, що несуть ребра, рухомо прикріплені хрящами до їхніх парних відростків. Грудні хребці, ребра та грудина (грудна кістка) формують ***грудну клітку*** (мал. 120, 1), яка обмежує грудну порожнину. Перші сім пар ребер приєднані хрящами безпосередньо до грудної кістки, або грудини. Ще три пари за допомогою хряща сполучені з кінцями розташованих вище ребер, а кінці ребер 11-ї та 12-ї пар розташовані вільно. Це забезпечує рухливість грудної клітки під час дихання. Грудна клітка захищає серце та легені, а також частково печінку, селезінку і шлунок.

ЦІКАВО ЗНАТИ! Найбільші розміри мають п'ять поперекових хребців. П'ять зрощених між собою крижових хребців утворюють єдину кістку – криж. До бічних частин крижа приєднані кістки тазу. Завершується хребет куприковим відділом, який складається з 1–5 (найчастіше 4) зрослих між собою невеликих хребців. Цей відділ хребта людини відповідає хвостовому відділу більшості ссавців.

Яка будова скелета кінцівок? Скелет верхньої та нижньої кінцівок складається із скелета поясів (відповідно плечового та тазового) і скелета вільної кінцівки. **Плечовий пояс** побудований з двох парних кісток: лопаток і ключиць (мал. 122, 1, 2). Через ці кістки верхні кінцівки з'єднуються з тулубом. *Лопатки* – плоскі кістки трикутної форми, розташовані на задній поверхні грудної клітки. Вони з'єднані з ключицею та плечовою кісткою. Плечова кістка і лопатка утворюють *плечовий суглоб*. Ключиця, крім з'єднання з лопаткою, іншим своїм кін-



Мал. 122. Плечовий пояс: 1 – лопатка; 2 – ключиця. Скелет вільної верхньої кінцівки: 3 – плечова кістка; 4 – кістки передпліччя (а – ліктьова, б – променева); 5 – кисть (а – зап'ясток; б – п'ясток; в – фаланги пальців). ***Завдання***. *Знайдіть на малюнку плечовий суглоб. Назвіть кістки, які він з'єднує*

цем з'єднується з грудиною. Завдяки цьому ключиці утримують плечовий суглоб на відповідній відстані від грудної клітки, забезпечуючи тим самим значну свободу рухів верхніх кінцівок. Перелом ключиці призводить до того, що плечовий суглоб притискається до грудної клітки: унаслідок цього рухи верхньої кінцівки стають обмеженими і болісними.

Скелет вільної верхньої кінцівки (мал. 122) складається з трьох відділів: плеча, передпліччя та кисті. *Плече* має лише одну плечову кістку, яка верхньою головкою з'єднується з лопаткою, а нижньою – з кістками передпліччя, утворюючи *ліктьовий суглоб*. Передпліччя утворене двома кістками: ліктьовою та променевою.

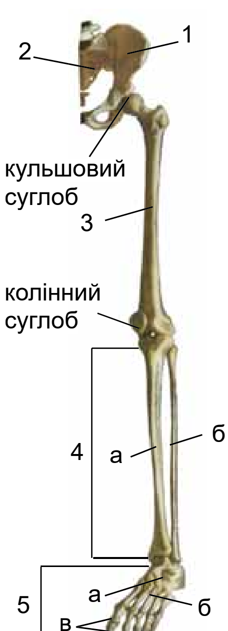
У *кисті* розрізняють три частини: зап'ясток, п'ясток та кістки пальців (мал. 122). *Зап'ясток* утворений вісьмома короткими кістками, розташованими у два ряди. Вони сполучені між собою, а також з кістками передпліччя та п'ястка. П'ять видовжених кісток *п'ястка* рухомо з'єднані з кістками пальців. Кожен палець має свою назву: *великий*, *вказівний*, *середній*, *підмізинний*, *мізинець*. Великий палець має дві кістки та протиставлений іншим. Усі інші пальці мають по три кістки – ***фаланги***. Така будова кисті забезпечує виконання нею найдосконаліших рухів.

ЦІКАВО ЗНАТИ! Рука людини є унікальним органом. За допомогою руки, яка реалізує все, що народжує думка, людина сама творить свій світ. Великі міста, штучні моря, космічні кораблі – усе це рукотворні пам'ятники людини.

Тазовий пояс містить дві масивні тазові кістки, які спереду з'єднані між собою хрящем, а ззаду зрощені з крижовим відділом хребта. У дітей таз складений трьома парними кістками (лобковою, клубовою та сідничною), які сполучені між собою хрящами (мал. 123). Після 16 років вони зростаються в одну – тазову. У кожній тазовій кістці є кулеподібна западина, куди заходить головка стегнової кістки. Завдяки цьому вони переносять масу тіла на нижні кінцівки, забезпечуючи опору і рух. Крім того, кістки тазу захищають і підтримують внутрішні органи черевної порожнини.

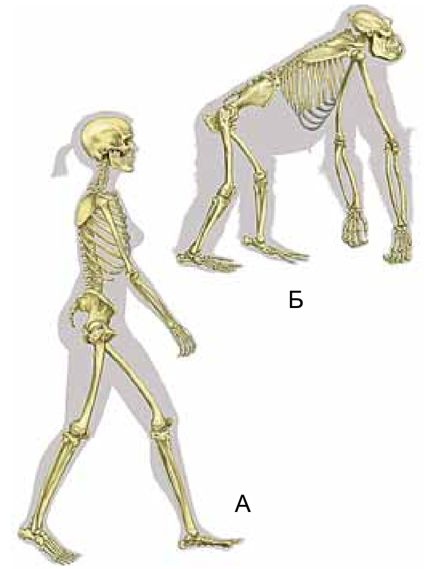
Скелет вільної нижньої кінцівки включає три відділи: стегно, гомілку та стопу. *Стегно* утворене *стегновою кісткою*, яка є найдовшою в скелеті людини (її довжина складає до 25 % довжини тіла). Верхня головка стегнової кістки утворює *кульшовий суглоб* з кістками тазу, а нижня – *колінний суглоб* з надколінною чашечкою (особлива коротка кістка) та великою гомілковою кісткою. *Гомілка* включає *велику* та *малу гомілкові кістки*. Вони утворюють *гомілковостопний суглоб* з кістками стопи.

Стопа виконує опорну функцію під час стояння та ходіння. У її скелеті розрізняють *плесно*, *передплесно* та кістки *пальців* стопи.



Мал. 123. Тазовий пояс: 1 – тазові кістки; 2 – криж. Скелет вільної нижньої кінцівки: 3 – стегнова кістка; 4 – гомілка (а – велика гомілкова кістка, б – мала гомілкова кістка); 5 – стопа (а – передплесно; б – плесно; в – фаланги пальців). ***Завдання.*** *Знайдіть на малюнку гомілковостопний суглоб*

Які відмінності в будові скелета людини та ссавців? Серед ссавців найбільш подібний до скелета людини скелет людиноподібної мавпи (мал. 124). Але череп людини має більший об'єм, лицьова частина не виступає вперед так, як у людиноподібних мавп. Великий внутрішній об'єм черепа людини зумовлений значним розвитком головного мозку. За масою він значно перевищує мозок людиноподібних мавп. Згладжена лицьова частина черепа людини зумовлена менш розвиненими порівняно з людиноподібними мавпами щелепами. Це пов'язано з тим, що у процесі історичного розвитку людина перейшла від споживання грубої сирої їжі до вживання кулінарно оброблених страв.



Мал. 124. Порівняння скелетів людини (А) та людиноподібної мавпи (Б). ***Завдання.*** *Поясніть, чим зумовлені відмінності в будові скелетів людини та мавпи*

Хребет людини не прямий, як у мавп, а формою нагадує латинську літеру S (така форма сприяє пом'якшенню струсів під час бігу чи стрибків). Крім того, вигини хребта допомагають зберігати рівновагу під час прямоходіння.

У мавп грудна клітка стиснута з боків і спрямована вперед. У людини – стиснена в спинно-черевному напрямку і має вигляд зрізаного конуса. Така форма збільшує об'єм грудної клітки і дає змогу краще зберігати рівновагу тіла під час прямоходіння. Верхні кінцівки людини дещо вкорочені порівняно з мавпами. Вони звільнені від опорної функції під час пересування та використовуються переважно для трудової діяльності. У зв'язку з прямоходінням усе навантаження тіла припадає на нижні кінцівки. Тому в людини, порівняно з мавпами, міцніші кістки таза. Таз людини досить широкий і має вигляд чаші, що слугує опорою для внутрішніх органів.

Досить масивні й кістки нижніх кінцівок. Крім того, потовщений перший палець ноги не протиставлений іншим, як у мавп. Це не тільки допомагає зберегти вертикальне положення тіла, а й дає змогу швидше бігати. Склепінчаста форма стопи людини пом'якшує поштовхи під час бігу та стрибків, зменшує втомлюваність під час тривалого пересування.

✿ ***Ключові терміни і поняття:*** **череп, хребет, грудна клітка, скелет кінцівок та їхніх поясів.**

УЗАГАЛЬНИМО ЗНАННЯ

- Скелет людини складається з відділів: скелета голови (череп), тулуба (хребет та грудна клітка), кінцівок (скелет вільних кінцівок та їхніх поясів). Череп має лицьовий та мозковий відділи. Усі кістки черепа сполучені нерухомо, за винятком нижньої щелепи. Хребет складається із шийного, грудного, поперекового, крижового та куприкового відділів. Грудна клітка побудована з грудини, дванадцяти пар ребер і грудних хребців. Скелет верхніх кінцівок – це кістки плечового пояса (лопатки і ключиці) та скелет вільних верхніх кінцівок (кістки плеча, пе-

редпліччя та кисті). Скелет нижніх кінцівок – це кістки тазового пояса та скелет вільної нижньої кінцівки (кістки стегна, гомілки та стопи).

- Вертикальне положення тіла, вигини хребта, склепіння стопи, положення її великого пальця, сплощена форма грудної клітки, й особливо будова кисті людини, – основні відмінності її скелета від скелета людиноподібних мавп.

ПЕРЕВІРТЕ ТА ЗАСТОСУЙТЕ ЗДОБУТІ ЗНАННЯ

Дайте відповідь на запитання

1. На які відділи поділяють скелет людини? З яких кісток вони складаються? 2. Яку будову має хребет і яке його значення? 3. Які кістки утворюють грудну клітку? Які її функції? 4. Які особливості будови пояса верхніх кінцівок? 5. З яких кісток складається скелет верхньої вільної кінцівки? 6. Яка будова тазових кісток? Які їхні функції? 7. Які особливості будови скелета нижньої вільної кінцівки?

Виберіть одну правильну відповідь

1. Укажіть ряд кісток, які входять до складу грудної клітки: а) ребра, грудина, грудні хребці; б) ключиця, ребра, грудина; в) ключиця, грудина, грудні хребці; г) грудина, грудні хребці, лопатка.

2. Чим скелет людини відрізняється від скелета людиноподібних мавп: а) склепінчастою будовою стопи; б) кількістю фаланг пальців; в) кількістю шийних хребців; г) розташуванням великого пальця рук?

Утворіть логічні пари

Установіть відповідність між кістками і суглобами, які вони утворюють.

1 плечовий суглоб	**А** тазова кістка і стегнова кістка
2 ліктьовий суглоб	**Б** стегнова кістка і великогомілкова та малогомілкова кістки
3 кульшовий суглоб	**В** лопатка і плечова кістка
4 колінний суглоб	**Г** плечова кістка і ліктьова та променева

ОБГОВОРІТЬ У ГРУПАХ. Охарактеризуйте функції різних відділів скелета людини.

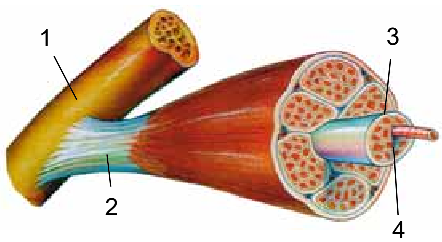
ПОМІРКУЙТЕ. Чому стопа людини має склепінчасту будову і яке це має значення?

§ 31. БУДОВА І ФУНКЦІЇ СКЕЛЕТНИХ М'ЯЗІВ

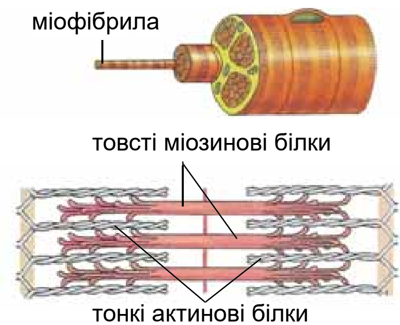
Пригадайте види м'язових тканин та їхні властивості. Що таке діафрагма? Які її функції?

Кісткова і хрящова тканина утворюють тільки каркас тіла – скелет, який сам по собі рухатись не може. Рухи всього тіла (біг, ходьба, стрибки) або окремих його частин (наприклад, рухи пальців) забезпечуються скороченням і розслабленням скелетних м'язів. Крім руху, ці м'язи підтримують також певне положення тіла, його поставу (наприклад, під час сидіння чи стояння).

Які особливості будови скелетних м'язів? Як ви пам'ятаєте, скелетні м'язи належать до посмугованих. Будь-який скелетний м'яз утворений групами видовжених м'язових клітин – волокон, зібраних у пучки і з'єднаних між собою прошарками сполучної тканини (мал. 125). Спо-



Мал. 125. Загальна будова скелетного м'яза: 1 – кістка; 2 – сухожилля; 3 – сполучнотканинна оболонка м'язового волокна; 4 – м'язові волокна



Мал. 126. Схематична будова м'язового волокна

лучнотканинні прошарки на кінцях м'язів переходять у сухожилля м'яза, за допомогою якого він кріпиться до кістки. Зверху кожний м'яз укритий тонкою сполучнотканинною оболонкою – ***фасцією***. Фасції відокремлюють один м'яз від іншого, що робить можливим їхнє незалежне скорочення.

М'яз складається з *головки* (початок м'яза), *черевця* (середя частина) і *хвоста* (кінцева частина).

Скорочувальна частина м'яза складається з тисяч видовжених циліндричних клітин, розташованих паралельно одна до одної, – ***м'язових волокон***, або ***міоцитів*** (мал. 125). Кожне м'язове волокно – це витягнута багатоядерна клітина, оточена сполучнотканинною оболонкою. Основний об'єм м'язових клітин становлять скорочувальні елементи – ***міофібрили***. Вони складаються з багатьох однакових поздовжніх сегментів, відокремлених один від одного мембранами. У кожному сегменті впорядковано розташовані тонкі й товсті нитки. Тонкі складаються зі скоротливого білка *актину*, а товсті – зі скоротливого білка *міозину* (мал. 126). Ділянки перекриття актинових і міозинових ниток під світловим мікроскопом мають вигляд темних смуг. Між ними розташована світліша ділянка, у якій є лише білок міозин. Світлими є також ділянки сусідніх сегментів, що містять лише актинові нитки. Саме чергування темних і світлих дисків у міофібрилах зумовлює посмугованість скелетних м'язів.

ЛАБОРАТОРНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ

Мікроскопічна будова скелетних м'язів

Обладнання та об'єкти дослідження: мікроскопи, мікропрепарати м'язових тканин: посмугованих (скелетної, серцевого м'яза) і непосмугованих.

1. Розгляньте під мікроскопом мікропрепарати посмугованих і непосмугованих м'язових тканин. Порівняйте побачене.

2. Позначте особливості будови скелетної м'язової тканини, які забезпечують виконання її функцій.

Кровоносна система постачає скелетним м'язам поживні речовини та кисень, що використовуються для вироблення енергії, необхідної для їхньої роботи. М'язове скорочення супроводжується виділенням значної кількості теплоти. Це важливо для підтримання нормальної температури тіла. Кінцеві продукти обміну речовин виводяться з м'яза також за участі

кровоносної системи. Отже, у м'язах відбувається інтенсивний обмін речовин і перетворення енергії.

Які розрізняють основні групи м'язів? За формою скелетні м'язи поділяють на довгі, короткі й широкі. ***Довгі м'язи*** розташовані переважно на кінцівках. Вони веретеноподібної форми і мають 2–4 головки. Між окремими ребрами, хребцями чи у глибоких шарах біля хребта розташовані ***короткі м'язи***. ***Широкі м'язи*** розміщені переважно на тулубі й мають форму шарів різної товщини (м'язи живота, діафрагма тощо).

М'язи найчастіше розрізняють за характером роботи, яку вони виконують. Зокрема, м'язи, які згинають кінцівку в суглобі, називають ***згиначами*** (наприклад, двоголовий м'яз плеча), а ті, які її розгинають, – ***розгиначами*** (триголовий м'яз плеча та ін.). М'язи, які наближують кінцівку до серединної лінії тіла, називають ***привідними*** (наприклад, великий привідний м'яз нижньої кінцівки), а ті, які віддаляють, – ***відвідними*** (деякі м'язи кисті та стопи). Декілька м'язів, які виконують спільну роботу, забезпечуючи один і той самий рух у певному суглобі, називають ***синергістами***, а м'язи протилежної групи – ***антагоністами***. Наприклад, м'язи, які спільною дією згинають передпліччя, є синергістами, а ті, що його розгинають, – їхніми антагоністами.

М'язи людини поділяють також на групи відповідно до місця їхнього розташування: м'язи голови, шиї, грудей, живота, спини, верхньої та нижньої кінцівок. **М'язи голови** людини за своїми функціями поділяють на мімічні та жувальні. ***Мімічні м'язи*** – тоненькі пучки м'язових волокон, які одним кінцем прикріплені до кісток черепа, а іншим – уплетені в шкіру. Деякі з них, наприклад колові м'язи рота й ока, зв'язані лише зі шкірою. Складно скоординовані скорочення мімічних м'язів зумовлюють утворення складок шкіри в різних ділянках обличчя, надають певної конфігурації губам, ніздрям, бровам, повікам. У результаті цього формується певний вираз обличчя – ***міміка***. Крім того, мімічні м'язи беруть участь в утворенні мови.

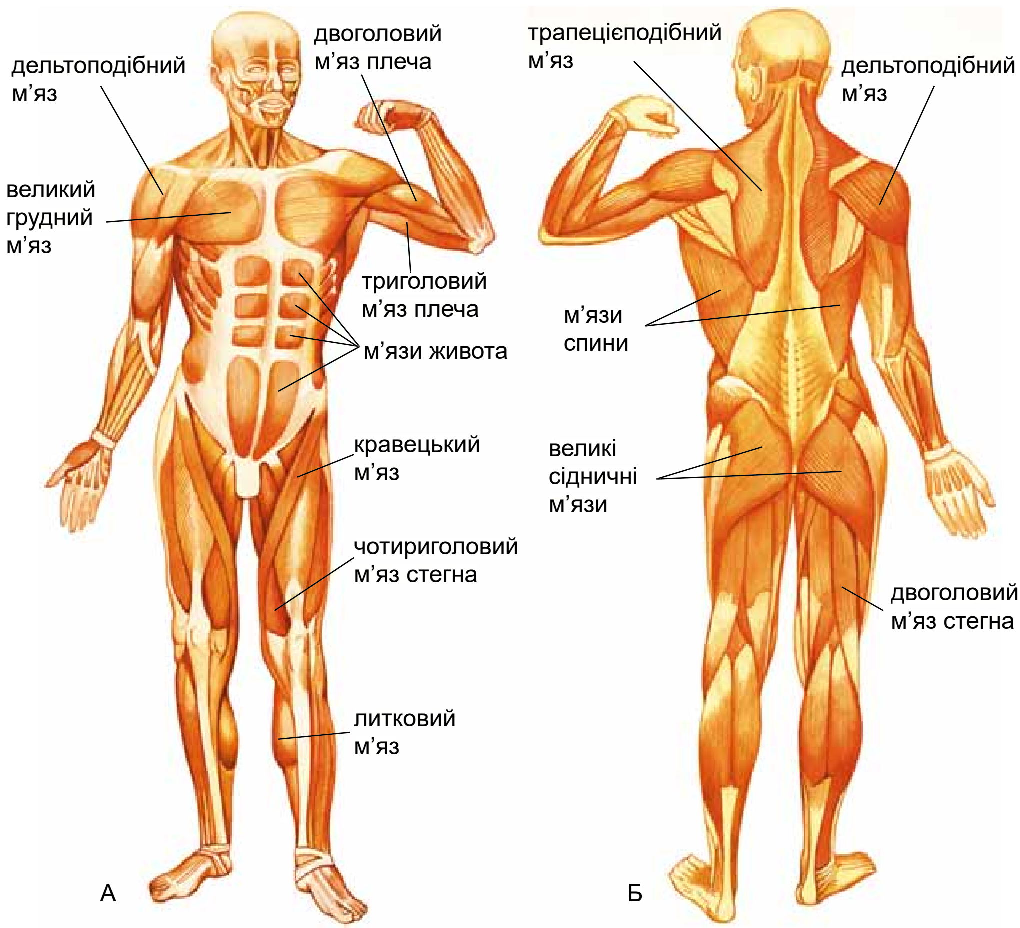
Жувальні м'язи забезпечують різноманітні рухи нижньої щелепи під час жування, ковтання їжі, мовлення.

М'язи шиї приводять у рух голову (повертають, нахиляють тощо) та шию.

М'язи тулуба складаються з м'язів грудей, спини і живота (мал. 127). ***М'язи грудей*** поділяють на м'язи, які одним кінцем приєднані до грудної клітки, а другим – до кісток плечового пояса і верхніх кінцівок, та *власне грудні м'язи*. Перша група м'язів рухає кістки плечового пояса і вільної верхньої кінцівки (великий і малий грудні м'язи). Друга група (зовнішні і внутрішні міжреберні м'язи) забезпечує дихальні рухи. У дихальних рухах, як ви вже знаєте, бере участь і діафрагма, яка відділяє грудну порожнину від черевної.

М'язи живота утворюють передню і бічні стінки черевної порожнини. Сукупність м'язів стінки живота має назву ***черевний прес*** (за одночасного їхнього скорочення вони тиснуть на органи черевної порожнини). Вони також забезпечують згинання тулуба вперед та в боки. Ці м'язи своїми скороченнями підтримують певний тиск у черевній порожнині, що сприяє підтриманню органів у сталому положенні.

М'язи спини поділяють на *поверхневі* (трапецієподібний м'яз, найширший м'яз спини) і *глибокі* (мал. 127). Поверхневі м'язи забезпечують рухи



Мал. 127. Скелетні м’язи людини: А – вигляд спереду; Б – вигляд іззаду

лопатки та (частково) рук, а за зафіксованого плечового пояса – рухи голови, а також беруть участь у дихальних рухах. Глибокі м’язи спини розташовані по обидва боки від хребта та розгинають його, підтримуючи тіло у вертикальному положенні.

М’язи верхньої та ***нижньої кінцівок*** складаються з м’язів відповідного пояса і м’язів вільної кінцівки. Найбільшим м’язом *пояса верхньої кінцівки* є дельтоподібний м’яз, який піднімає руку до горизонтального положення. *М’язи верхньої вільної кінцівки* поділяють на м’язи плеча, передпліччя та кисті. Кожну із цих груп поділяють на передню та задню групу: усі м’язи передньої групи є згиначами, а задньої – розгиначами. Найбільшим м’язом передньої групи плеча є двоголовий м’яз, а задньої – триголовий.

Найбільшими *м’язами тазового пояса* є сідничні м’язи, які разом з іншими м’язами цієї групи випрямляють зігнутий уперед тулуб і забезпечують рухи стегна (мал. 127). *М’язи нижньої вільної кінцівки* поділяють на м’язи стегна, гомілки та стопи. Серед них є згиначі та розгиначі, які забезпечують відповідні рухи нижніх кінцівок. На передній поверхні стегна є найбільший за масою серед усіх м’язів людини чотириголовий м’яз стег-

на, який розгинає ногу в колінному суглобі. На задній поверхні стегна міститься двоголовий м'яз. На передній частині стегна розташований кравецький м'яз. Він згинає ногу в кульшовому і колінному суглобах. Цей м'яз разом з іншими бере участь у розгинанні тулуба та забезпечує рухи гомілки. На гомілці виділяють передню, задню і бічну групи м'язів. До передньої групи належать: передній великогомілковий м'яз (підносить стопу), м'язи – розгиначі пальців. Найбільший з м'язів задньої групи – триголовий литковий м'яз, він згинає стопу.

ЦІКАВО ЗНАТИ! У тілі людини налічують 639 м'язів. Вони становлять до 44 % маси тіла.

✿ *Ключові терміни і поняття:* **фасція, міоцит, міофібрила, міозин, актин.**

УЗАГАЛЬНИМО ЗНАННЯ

- Скорочення скелетних м'язів забезпечує рух усього тіла або окремих його частин, а також підтримання постави тіла. Скелетний м'яз складається зі скорочувальної і нескорочувальної частин. За формою скелетні м'язи бувають довгі, короткі й широкі.
- М'язи, які виконують спільну роботу, забезпечуючи один і той самий рух у певному суглобі, називають синергістами, а м'язи протилежної групи – антагоністами.
- М'язи людини поділяють також на групи відповідно до місця їхнього розташування: м'язи голови, шиї, грудей, живота, спини, верхньої та нижньої кінцівок.

ПЕРЕВІРТЕ ТА ЗАСТОСУЙТЕ ЗДОБУТІ ЗНАННЯ

Дайте відповідь на запитання

1. Яка будова скелетних м'язів? 2. Які функції виконують скелетні м'язи в організмі людини? 3. На які групи поділяють скелетні м'язи за формою? 4. На які групи поділяють скелетні м'язи за функціями? Що таке м'язи-синергісти та антагоністи? 5. Які групи м'язів тіла людини за розташуванням ви знаєте?

Виберіть одну правильну відповідь

1. Укажіть білки, які входять до складу скоротливих елементів м'язових волокон: а) актин, міозин; б) гемоглобін, міоглобін; в) міозин, колаген; г) колаген, гемоглобін.

2. Укажіть основні ділянки скелетного м'яза людини: а) головка, хвіст, черевце; б) початок, середина, кінець; в) сухожилля, тіло; г) початок, кінець, черевце.

ОБГОВОРІТЬ У ГРУПАХ. Охарактеризуйте функціональний взаємозв'язок кісток і м'язів на прикладі пояса верхніх кінцівок.

ПОМІРКУЙТЕ. Який існує зв'язок між формою скелетних м'язів та функціями, які вони виконують?

ТВОРЧЕ ЗАВДАННЯ. Складіть таблицю «Суглоби і м'язи, які забезпечують їхні рухи».

§ 32. РОБОТА М'ЯЗІВ ТА ПРИЧИНИ ЇХНЬОЇ ВТОМИ

Пригадайте, які білки входять до складу м'язів. Які функції цих білків? Чому посмуговані м'язи мають таку назву? Що таке сила і як її вимірюють? Які функції АТФ у клітині?

Що таке сила та робота м'язів? Для скелетних м'язів характерні: сила, напруження, витривалість, тонус, робота. Ви вже знаєте, що м'язове ско-

рочення супроводжується виділенням значної кількості теплоти, необхідної для підтримання постійної температури тіла.

Скорочуючись, м'яз потовщується і виконує певну роботу. М'яз може значно вкорочуватись, розвиваючи невелике напруження або ж значне напруження за незначного скорочення. ***Напруженням*** називають стан скелетного м'яза, за якого він тривалий час може стійко підтримувати стан скорочення.

ЗАПАМ'ЯТАЙТЕ! Величину здійсненої м'язом механічної роботи легко виміряти добутком маси вантажу та відстані, на яку його переміщено. Якщо м'яз скорочується за відсутності вантажу або ж висота підйому чи відстань пересування дорівнює 0, то й величина здійсненої роботи, відповідно, дорівнюватиме 0.

Величина роботи, яку здатний виконати м'яз, залежить від його сили. ***Сила м'яза*** – це те максимальне напруження, яке він може розвити. Її оцінюють або за максимальним вантажем, який здатний підняти м'яз, або за максимальним напруженням, яке він може створити.

Поодиноке м'язове волокно здатне розвивати напруження 100–200 мг. Ураховуючи те, що загальна кількість м'язових волокон у тілі людини становить близько 15–30 млн, то вони могли б за одночасної спрямованої дії розвинути напруження 20–30 т. Зрозуміло, що більший поперечний переріз м'яза, то більшу силу він розвиватиме. Товщина м'язових волокон під час тренування здатна збільшуватись унаслідок зростання в них кількості скоротливих білків. Кількість м'язових волокон у кожному м'язі при цьому залишається незмінною.

Здоров'я людини. Кожен юнак за умов правильного тренування може досягти значного розвитку скелетної мускулатури. Але заняття силовими вправами слід розпочинати не раніше ніж у 14–15 років.

Роботу скелетних м'язів поділяють на статичну та динамічну (мал. 128). ***Статична робота*** м'язів пов'язана з тим, що вони певний час перебувають у стані напруження. Завдяки статичній роботі скелетних м'язів у певному положенні утримується кінцівка або вантаж, зберігається відповідне положення тіла у просторі, долається сила тяжіння Землі тощо.





Мал. 128. Приклад статичної (1) та динамічної (2) роботи м'язів

Динамічна робота забезпечує рухи тіла або окремих його частин. Вона пов'язана з періодичним чергуванням скорочення та розслаблення м'язів. Швидкість скорочення м'язів залежить від частоти надходження нервових імпульсів, а також від будови та властивостей самих м'язів.

Усі скелетні м'язи постійно перебувають у стані часткового скорочення – ***м'язового тонусу***. Він підтримується безперервним потоком нервових імпульсів, які надходять від спинного мозку.

Здоров'я людини. За рахунок тонусу м'язів зберігається постава тіла та внутрішні органи підтримуються в певному положенні. Зниження тонусу м'язів негативно впливає на діяльність усього організму. Причиною зниження тонусу м'язів можуть бути негативні емоції, порушення режиму дня, особливо недосипання, перевтома, нестача вітамінів. Тому підтримуйте тонус своїх м'язів постійними дозованими фізичними навантаженнями, дотриманням режиму праці й активного відпочинку.

Що таке витривалість та втома м'язів? ***Витривалість м'язів*** – це їхня здатність тривалий час підтримувати заданий ритм роботи. Що більша витривалість м'язів, то пізніше настає їхня втома. ***Втома м'язів*** – тимчасове зниження або втрата їхньої працездатності, що виникають унаслідок здійснення певної роботи. За збільшення маси вантажу механічна робота, яку виконує м'яз, зростає. Але за надмірного навантаження обсяг виконуваної роботи швидко зменшується і врешті-решт величина роботи дорівнює нулю. При цьому м'яз, навіть під час максимального свого напруження, не здатний підняти вантаж.

ЗАПАМ'ЯТАЙТЕ! На втому м'язів впливає і ритм їхнього скорочення: так, надто повільні чи дуже швидкі скорочення знижують витривалість швидше, ніж середні (оптимальні). За оптимального навантаження й ритму скорочення м'язів утома настає пізніше тому, що в проміжках між скороченнями працездатність м'яза частково відновлюється.

Російський фізіолог І.М. Сєченов своїми дослідами встановив, що за активного відпочинку працездатність утомленого м'яза відновлюється швидше, ніж в умовах пасивного відпочинку. Це пояснюють тим, що коли певні групи м'язів працюють, то прискорюється кровообіг та обмін речовин. Тому прискорюється окиснення і виведення з м'язів, що відпочивають, залишкових продуктів обміну речовин. Водночас кров швидше постачає цим м'язам поживні речовини і кисень.

Здоров'я людини. Надзвичайно тривала або інтенсивна робота може призвести до перевтоми, коли вичерпуються енергетичні ресурси м'язових клітин. Щоб запобігти перевтомі, необхідно уникати надмірних навантажень без достатньої фізичної підготовки. Чергування фізичних навантажень і відпочинку є одним зі способів підтримання високої працездатності й запобігання перевтомі.

ЛАБОРАТОРНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ

Розвиток утоми під час статичного і динамічного навантаження

Обладнання: гантелі, годинник.

***Завдання 1*. Виявіть утому під час статичного навантаження.**

1. Візьміть у руки гантелі масою по 1 кг. Розведіть руки в сторони, підніміть їх до рівня плеча і тримайте в цьому положенні стільки, скільки зможете.
2. Зафіксуйте час, витрачений на виконання статичної роботи.

Завдання 2. **Виявіть утому під час динамічного навантаження.**

1. Візьміть у руки такі самі гантелі. Ритмічно піднімайте та опускайте їх, поки не відчуєте втоми.
2. Зафіксуйте час, витрачений на виконання динамічної роботи.
3. Повторіть вправу з гантелями у прискореному ритмі до відчуття втоми.
4. Порівняйте одержані результати. Поясніть, коли втома настає швидше.

У чому полягає нервова та гуморальна регуляції рухів? У спинному мозку є нервові центри, які регулюють скорочення м'язів і здійснення простих рефлекторних рухів, наприклад згинання ноги в колінному суглобі. Складні рухи, такі як гра на піаніно чи написання тексту, контролюються нервовими центрами півкуль головного мозку. Важливу роль у регуляції рухів і тонусу м'язів відіграє мозочок, який координує діяльність вищих і нижчих рухових центрів.

Тонус м'язів підвищує гормон адреналін (*пригадайте роль цього гормону в регуляції інших систем організму*).

Деякі біологічно активні речовини можуть зупинити роботу м'язів (отрути деяких змій, павуків тощо).

✿ ***Ключові терміни і поняття:*** **сила напруження, витривалість, тонус, втома м'язів, статична та динамічна робота м'язів.**

УЗАГАЛЬНИМО ЗНАННЯ

- Під час роботи м'язів чергуються періоди їхнього скорочення та розслаблення. Це явище ґрунтується на м'язовому рефлексі – скороченні м'яза у відповідь на надходження нервового імпульсу. Робота м'язів супроводжується витратами енергії. М'язам властиві сила та напруження. Напруженням називають стан скелетного м'яза, за якого він тривалий час може стійко підтримувати стан скорочення.
- Робота м'яза буває статичною та динамічною. Здатність м'язів здійснювати впродовж більш-менш тривалого відрізку часу роботу певного виду та інтенсивності називають витривалістю. Що більша витривалість м'язів, то пізніше настає їхня втома. Втома м'язів – це тимчасове зниження або втрата їхньої працездатності, що виникає внаслідок здійснення роботи. Найпродуктивнішою є фізична робота, яку виконують із середнім навантаженням і в середньому темпі.

ПЕРЕВІРТЕ ТА ЗАСТОСУЙТЕ ЗДОБУТІ ЗНАННЯ

Дайте відповідь на запитання

1. Які ви знаєте фізичні властивості м'язів? 2. Що таке напруження та сила скорочення м'яза? 3. Від чого залежить сила скорочення м'язів? 4. Як визначити роботу м'язів? Чим відрізняється статична робота від динамічної? 5. Яке біологічне значення чергування скорочення та розслаблення м'язів? 6. Що таке витривалість м'яза? 7. Що таке втома м'язів і які її причини?

Виберіть одну правильну відповідь

1. Укажіть властивість м'язів, завдяки якій зберігається постава тіла, утримуються внутрішні органи в певному положенні: а) сила; б) швидкість скорочення; в) витривалість; г) тонус.
2. Витривалість м'язів – це: а) здатність до скорочення; б) здатність тривалий час підтримувати заданий ритм роботи; в) здатність до збудження; г) здатність зберігати тривалий час незбудливість.

ОБГОВОРІТЬ У ГРУПАХ. Як ритм і навантаження впливають на розвиток утоми? Як уникнути втоми?

ПОМІРКУЙТЕ. 1. Людей, які надмірно розвивають м'язи, називають культуристами. У якому стані перебувають м'язи в культуристів? Завдяки чому збільшується маса м'язів у культуристів? 2. Чому статична робота втомлює більше, ніж динамічна? 3. Чому в людини, яка активно відпочиває, втома минає швидше, ніж у тієї, яка відпочиває пасивно?

ТВОРЧЕ ЗАВДАННЯ. У присутності дорослого виконайте підряд 10 присідань. Які відчуття в ногах ви спостерігаєте через 1, 2, 15 хв? Поясніть, чому виникають такі відчуття.

§ 33. ПЕРША ДОПОМОГА ПРИ УШКОДЖЕННЯХ ОПОРНО-РУХОВОЇ СИСТЕМИ

Пригадайте, як м'язи кріпляться до кісток. Для чого застосовують рентгенографічний метод? Чому в людей похилого віку кістки ламкі, а переломи зростаються погано?

Які причини ушкодження опорно-рухової системи? Під час виконання фізичної роботи, занять спортом, побутової діяльності часто виникають ситуації, які змушують робити різкі, не завжди скоординовані рухи. При цьому інколи ушкоджується опорно-руховий апарат.

Пошкодження організму, спричинене зовнішнім впливом (механічним, хімічним, електричним тощо), називають ***травмою***. Причинами травм опорно-рухової системи можуть бути необізнаність із правилами безпеки, умовами користування побутовими приладами, заняття спортом, порушення правил дорожнього руху, вживання алкоголю чи наркотиків. Травми часто бувають наслідком пустощів: ігор на будівельних майданчиках, пірнання у воду зі значної висоти, бійок тощо.

Якими бувають травми опорно-рухової системи? Найпоширеніші травми опорно-рухової системи – це розтяги зв'язок, вивихи, закриті та відкриті переломи. ***Розтяг*** – це пошкодження зв'язок. Часто внаслідок розтягів виникають розриви окремих волокон сухожиль. У місці розтягнення з'являються набряки, крововиливи, відчувається сильний біль.

Здоров'я людини. Перша допомога в разі розтягу – якомога швидше прикласти до ушкодженого місця холодний предмет, наприклад мішечок з льодом, тканину, змочену холодною водою. Потім ушкоджений суглоб слід туго забинтувати (мал. 129) і звернутися до лікаря. Якщо правильно лікувати розтяги, вони проходять без наслідків. Профілактика розтягів полягає в бинтуванні раніше травмованих суглобів під час спортивних ігор чи фізичної праці.



Мал. 129. Приклад першої допомоги в разі розтягу

Інколи внаслідок травми настає повний ***розрив зв'язки***. У цьому разі слід негайно звернутися до лікаря: розірвані зв'язки зшивають лише в клініках. Якщо під час травми порушується герметичність суглобової порожнини, то може розвинутися запалення суглоба, яке потребує тривалого лікування.

Вивих – це пошкодження суглобів. При цьому зміщуються кінці кісток, які входять до складу суглоба. Вивих іноді супроводжується розтягами зв'язок і м'язів, розривом суглобової сумки.

Здоров'я людини. Вправляти та лікувати вивихи може лише лікар. Але потерпілому потрібно негайно надати першу допомогу. Суглоб, у якому відбувся вивих, слід зафіксувати в нерухомому стані: руку треба підвісити через шию бинтом чи хусткою, а на ногу – накласти шину. Медичні шини продають в аптеках. За їхньої відсутності найпростішу шину можна виготовити з підручних матеріалів: тонких дерев'яних дощечок, фанери, палиць, щільного картону тощо. Для забезпечення повної нерухомості кінцівки шина повинна охоплювати не лише ушкоджений суглоб, але й сусідні ділянки кінцівки. Це перешкодить подальшому зміщенню кісток. Шину щільно прив'язують до кінцівки широкими бинтами, рушниками тощо. Щоб шина менше тиснула на ушкоджений орган, під неї бажано підкласти м'яку тканину. Після одужання за допомогою спеціальних фізичних вправ слід зміцнити м'язи і зв'язки ушкодженого суглоба.

Переломи кісток супроводжуються порушенням їхньої цілісності. Вони зазвичай виникають через травми. У разі травматичних переломів пошкоджуються м'які тканини. Частіше трапляються переломи довгих кісток кінцівок, рідше – кісток черепа, ключиці, тазового пояса. У разі *закритих переломів* (коли покриви тіла неушкоджені) відчувається сильний біль, ушкоджене місце набрякає. Інколи змінюється форма кінцівки внаслідок зміщення частин зламаної кістки. Закритий перелом виявляють, зробивши рентгенівський знімок ушкодженої ділянки. Перелом вважають *відкритим*, якщо при цьому розриваються м'які тканини і шкіра.

Здоров'я людини. Перша допомога в разі переломів полягає в тому, щоб забезпечити нерухомість зламаної кістки за допомогою шин (мал. 130).

ЗАПАМ'ЯТАЙТЕ! Транспортувати потерпілих із переломами кісток без знерухомлення, навіть на невелику відстань, неприпустимо. Це може призвести до зміщення зламаних кісток, розриву нервів і кровоносних судин. Накладаючи шини, потрібно фіксувати не менше ніж два суглоби, розміщені вище і нижче пошкодженої ділянки. Так, при переломі плеча або стегна фіксують три суглоби (для плеча фіксують плечовий, ліктьовий і променезап'ястковий, а для стегна – кульшовий, колінний і гомілковостопний суглоби). Наприклад, накладання шини на передпліччя і фіксація руки на шиї за допомогою широкого бинта або хустки (мал. 131). Якщо матеріал для виготовлення шини знайти не вдається, слід прибинтувати ушкоджену кінцівку до тулуба. У разі відкритого



Мал. 130. Приклад накладання шини в разі перелому стегна



Мал. 131. Накладання шини в разі перелому передпліччя і фіксація руки

перелому із сильною кровотечею потрібно накласти кровоспинний джгут вище місця кровотечі, а на рану – чисту пов'язку.

Не за будь-якого перелому кісток вдається накласти шину. У разі переломів ребер потерпілому потрібно видихнути якомога більше повітря і надалі робити лише неглибокі вдихи.

Здоров'я людини. У разі переломів ребер слід туго перебинтувати грудну клітку: це зменшує рухомість ребер під час дихальних рухів. У разі перелому хребта треба негайно викликати «швидку» і надати першу допомогу потерпілому. Травмовану людину потрібно покласти обличчям додолу на рівну тверду поверхню, наприклад широку дошку чи зняті двері. Під голову і плечі слід покласти валики з рушників, одягу тощо. При переломах кісток тазового пояса травмовану людину слід також покласти на тверду рівну поверхню, але обличчям догори. Тіло фіксують і під голову підкладають м'який валик. Ноги постраждалого мають бути розведені в боки і зігнуті в колінах, під які потрібно підкласти м'які валики.

Потерпілого з переломом черепа переносять на ношах, фіксуючи при цьому голову, якомога обережніше транспортують до лікарні.

Лікують переломи в лікарні, використовуючи для цього спеціальні пристрої та методи.

✿ *Ключові терміни і поняття:* **розтяги, вивихи, переломи.**

УЗАГАЛЬНИМО ЗНАННЯ

- Травми – це пошкодження організму, викликані зовнішнім впливом (механічним, хімічним, електричним тощо). Найпоширеніші травми опорно-рухової системи – розтяги зв'язок, вивихи, закриті та відкриті переломи. При травмуванні слід надати потерпілому першу допомогу та негайно звернутися до лікаря.

ПЕРЕВІРТЕ ТА ЗАСТОСУЙТЕ ЗДОБУТІ ЗНАННЯ

Дайте відповідь на запитання

1. Які причини ушкодження опорно-рухової системи людини? 2. Що таке травма? 3. Які ознаки вивиху та розтягу? Яку першу допомогу надають у разі цих травм? 4. Які бувають переломи кісток? Яку допомогу треба надати в разі перелому кісток? 5. Яка перша допомога в разі перелому хребта?

Виберіть одну правильну відповідь

1. Виберіть ознаки вивиху: а) зміщення частин травмованої кістки одна відносно іншої; б) зміщення кінців кісток, які входять до складу суглоба; в) порушення цілісності кісток; г) ушкодження кісткою покривів.

2. Виберіть ознаки закритого перелому: а) зміщення частин травмованої кістки одна відносно іншої; б) вихід кістки із суглобової западини; в) ушкодження зламаною кісткою покривів; г) лише пошкодження зв'язки.

Установіть правильну послідовність дій, які потрібно виконати під час травми хребта: а) потерпілого потрібно покласти на живіт; б) зафіксувати хребет; в) транспортувати лежачи на животі; г) дати знеболювальне.

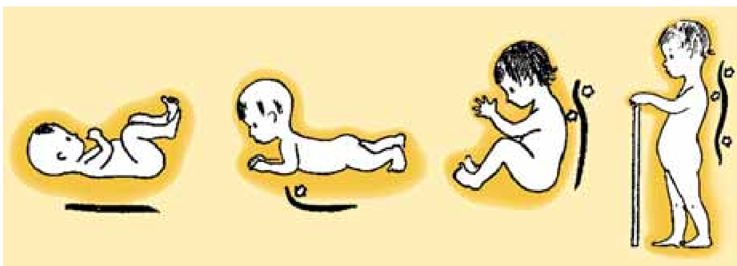
ОБГОВОРІТЬ У ГРУПАХ. І група. Надання першої допомоги в разі розтягів і ударів. ІІ група. Накладання пов'язок на різні частини тіла. ІІІ група. Надання першої допомоги в разі перелому кісток.

ТВОРЧЕ ЗАВДАННЯ. Зімітуйте ситуації пошкодження різних частин тіла і продемонструйте накладання на них пов'язки. Підготуйте відповідь у вигляді пам'ятки «Поведінка учня під час виконання вправ на різноманітних спортивних знаряддях».

§ 34. РОЗВИТОК ОПОРНО-РУХОВОЇ СИСТЕМИ ЛЮДИНИ В ПРОЦЕСІ ЇЇ ІНДИВІДУАЛЬНОГО РОЗВИТКУ

Пригадайте особливості будови опорно-рухової системи людини. Яке значення для нормального функціонування організму людини мають вигини хребта? Що таке статична та динамічна робота м'язів?

Які вікові особливості опорно-рухової системи? У процесі росту і розвитку людини відбуваються значні зміни опорно-рухової системи. Так, у неї поступово формуються чотири вигини хребта (мал. 132).



Мал. 132. Схема формування прямоходіння і вигинів хребта в перший рік життя дитини

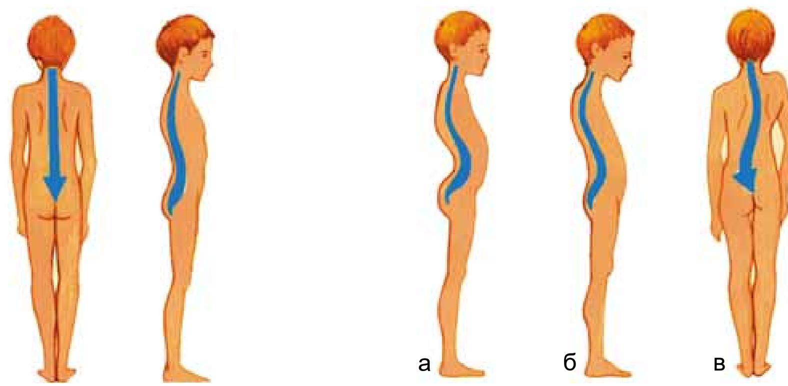
Поступово відбувається й ріст кісток. У довжину кістки ростуть нерівномірно. Найінтенсивніше – у перші два роки життя. Наступне підвищення інтенсивності росту припадає на 7–8 років, а потім у дівчат – у 12–13 років, а у хлопців – 13–14 років (видовження кістки може становити за рік 7–10 см). У віці 22–24 роки ріст кісток у довжину припиняється. Маса м'язів до 13–14 років збільшується повільно, вона значно зростає у віці від 14 до 16 років. Це найкращий період для початку занять силовими видами спорту (мал. 133).

ЗАПАМ'ЯТАЙТЕ! У дитячому і підлітковому віці зміни опорно-рухової системи пов'язані насамперед із ростом кісток, їхнім окостенінням, формуванням постави.

Що таке постава? Які умови правильного її формування? Кожній людині притаманна ***постава***, тобто певне положення тіла у стані спокою



Мал. 133. Різні види спорту. ***Завдання.*** *Доповніть перелік власними прикладами*



Мал. 134. 1. Правильна постава людини. 2. Порушення постави: а – патологічний лордоз, б – грудний кіфоз (горб), в – сколіоз

і під час рухів. Постава формується з раннього дитинства в період росту організму й розвитку скелета і м'язів. Вона може змінюватися впродовж життя людини. Для формування правильної постави велике значення має розвиток м'язової системи, особливо м'язів тулуба. Добре розвинені м'язи запобігають деформації кісток хребта при навантаженні на них.

Правильна постава робить фігуру людини красивою. Характерні ознаки правильної постави такі: плавні вигини хребта, симетрично розміщені розгорнуті плечі й лопатки, ноги прямі, добре розвинуті м'язи тіла, прямі ноги з нормальним склепінням стоп, красива хода (мал. 134, 1). У людей зі стрункою поставою голова завжди тримається прямо, грудна клітка виступає над животом, живіт підтягнутий. У разі неправильної постави голова в людини нахилена або висунута вперед, грудна клітка втиснута, плечі зведені до грудей, живіт випнутий тощо.

ЗАПАМ'ЯТАЙТЕ! Постава має не лише естетичне[1] значення, але й впливає на функціонування всього організму. У разі порушення постави, особливо в період росту, можуть виникнути значні порушення форми скелета, що погіршує кровообіг, роботу серця, легень, травлення, спричиняє розлади діяльності нервової системи тощо. А це, зрештою, не сприяє нормальній працездатності організму.

Порушення постави в дітей можуть виникнути в результаті захворювань (рахіту, ожиріння тощо), неправильного режиму праці та відпочинку, погано підібраного одягу, взуття та з інших причин. Прикладом неправильної постави може бути ***сутулість***, яка зумовлюється слабким розвитком м'язів спини. При цьому грудний відділ хребта значно виступає назад, утворюючи так звану круглу спину, голова стає нахиленою вперед, а грудна клітка сплющується.

Здоров'я людини. Основними причинами виникнення сутулості є малорухомий спосіб життя, довготривале сидіння під час роботи за неправильно підібраним за висотою столом, спання на занадто м'якому ліжку тощо.

[1]Естетичний (від грец. *аістезіс* – відчуття, почуття) – такий, що задовольняє вимоги естетики (науки про прекрасне, про мистецтво та художню творчість).

Порушення постави може супроводжуватися появою надмірних, або патологічних, вигинів хребта. Серед таких патологічних викривлень хребта розрізняють вигини вперед (*патологічний лордоз*), назад (*грудний кіфоз, або горб*) та бічні викривлення (*сколіоз*) (мал. 134, 2). Найчастіше ці вигини виникають у дітей віком від 5 до 10 років, коли в хребцях та інших кістках грудної клітки ще багато хрящової тканини. Найпоширенішими причинами вад формування постави є недотримання гігієнічних правил (мал. 135): невідповідність висоти стола зросту дитини; спання на дуже м'якому або увігнутому ліжку; неправильна поза під час сидіння за робочим столом або партою. Це призводить до нерівномірного навантаження на хребет та м'язи спини; може спричинити викривлення хребта.

До розвитку вад постави призводять також недостатнє харчування, нестача вітамінів. Тривалі негативні емоції, перевтома знижують тонус м'язів та їхню роль у підтриманні постави.

ЗАПАМ'ЯТАЙТЕ! У разі викривлення хребта зменшується його рухливість. Виникають м'язові болі у спині. В особливо важких випадках змінюється положення внутрішніх органів, що призводить до розладів у їхній діяльності, а відповідно – до зниження працездатності людини.

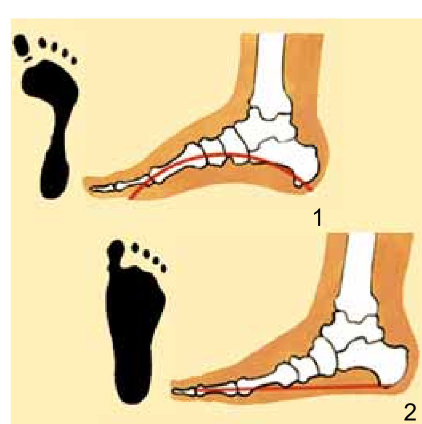
Здоров'я людини. Лікування викривлень хребта базується на виконанні спеціальних гімнастичних вправ під наглядом спеціаліста. Щоб запобігти виникненню викривлень, необхідно уникати непомірних навантажень на хребет, ліжко повинно бути твердим і рівним, сон – достатнім, їжа – різноманітною та багатою на вітаміни. Освітлення робочого місця має бути достатнім, а положення за столом – правильним.

ЗАПАМ'ЯТАЙТЕ! Переносячи вантажі, рівномірно навантажуйте обидві руки; за столом сидіть рівно, не згинайтеся убік; регулярно виконуйте фізичні вправи для поліпшення постави. Важливо пам'ятати: запобігти порушенням постави легше, ніж їх усунути.

До вад розвитку опорно-рухової системи в дитячому віці належить і ***плоскостопість*** (мал. 136, 2) – сплющення склепіння стопи, через що воно зменшується. Як наслідок, стискуються кровоносні судини, порушується кровообіг стопи, постійно подразнюються її нервові закінчення.



Мал. 135. Причини порушення постави. ***Завдання.*** *Назвіть профілактику порушень постави*



Мал. 136. Нормальна стопа (1), плоскостопість (2)

Це, у свою чергу, спричиняє больові відчуття в ногах і зміну ходи. У людини з плоскостопістю ноги швидко втомлюються. Плоскостопість розвивається внаслідок слабкості м'язів стопи, надмірної маси тіла, носіння взуття на високих підборах. Плоскостопість може бути як вродженою (досить рідко), так і набутою.

ЗАПАМ'ЯТАЙТЕ! До плоскостопості може призводити носіння тісного взуття. Для профілактики плоскостопості потрібно стежити за своєю поставою, правильно підбирати взуття. Корисні заняття гімнастикою і спортом, а також ходіння босоніж по піску. За перших ознак плоскостопості слід звернутися до лікаря-ортопеда[1]. У взуття вкладають спеціальні устілки. Що раніше виявлено цю ваду, то легше її лікувати.

Що таке гіподинамія? Який її вплив на розвиток опорно-рухової системи? У наш час одним із найшкідливіших чинників, який негативно впливає на процеси росту і розвитку людини та спричинює різні хронічні хвороби, є ***гіподинамія***. Це знижена рухова активність. Вона особливо небезпечна в дитячому і шкільному віці, бо негативно впливає на формування опорно-рухового апарату, серцево-судинної, ендокринної та інших систем, знижує опір до збудників інфекційних хвороб.

Зменшення рухової активності призводить до зниження інтенсивності обміну речовин та енергії і навіть за нормального харчування спричинює збільшення жирової тканини. Як ви пам'ятаєте, надмірний розвиток жирової тканини негативно впливає на функціонування нашого організму. Надмірна концентрація жиру в крові призводить до утворення його нерозчинних сполук із солями, що осідають на стінках судин, просвіт яких при цьому звужується, спричинюючи порушення кровообігу. Відповідно зменшується кровопостачання тканин поживними речовинами і киснем.

У разі гіподинамії зменшується інтенсивність виділення травних соків. Унаслідок цього погіршується перетравлення і засвоєння поживних речовин. Якщо хронічні хвороби внутрішніх органів у разі гіподинамії розвиваються лише в зрілому віці, то ослаблення імунітету виявляється впродовж усього життя людини.

Гіподинамія спричинює зниження не тільки фізичної, а й розумової працездатності, життєвого тонусу, а це призводить до обмеження соціальної активності, прагнення і волі переборювати труднощі. З'являється емоційна нестійкість.

Як взаємопов'язані фізична культура і здоров'я? Струнка постава, гармонійно розвинене тіло завжди привертали до себе увагу. Вони оспівані поетами, відображені в численних творах художників і скульпторів. У поєднанні з духовністю, розумом і здоров'ям гармонія тіла становить найбільший скарб, яким може володіти людина.

Правильне формування опорно-рухової системи насамперед потребує систематичної роботи м'язів. Це сприяє збільшенню їхньої маси, що, у свою чергу, зумовлює посилений ріст кісток, до яких м'язи прикріплені. Активна робота м'язів зумовлює інтенсивний кровотік – кістки отри-

[1]Ортопед – лікар, який займається профілактикою та лікуванням стійких порушень форми хребта і кінцівок.

мують більше поживних речовин та кисню. Отже, що краще розвинена скелетна мускулатура, то міцнішим стає скелет.

ЗАПАМ'ЯТАЙТЕ! Навіть короткочасні вправи, якщо їх виконувати щоденно, сприяють зростанню сили м'язів. Правильно дозовані фізична праця та вправи, а також періоди навчання забезпечують гармонійний розвиток особистості: вони підвищують фізичну й розумову працездатність.

Здоров'я людини. Систематичні заняття фізичними вправами підвищують працездатність серцевого м'яза. Треноване серце в стані спокою скорочується повільніше, що дає йому змогу краще відпочивати, працювати економніше, збільшувати хвилинний об'єм крові під час роботи і надходження кисню та поживних речовин.

✿ *Ключові терміни і поняття:* **постава, лордоз, кіфоз, сколіоз, плоскостопість, гіподинамія.**

УЗАГАЛЬНИМО ЗНАННЯ

- Правильна постава є умовою нормального розвитку і функціонування внутрішніх органів та запобігання виникненню порушень опорно-рухової системи. Формування правильної постави забезпечує нормальний ріст і розвиток організму. Головна роль у формуванні правильної постави належить фізичній культурі та дотриманню правил гігієни.
- Слабкі м'язи не здатні підтримувати тулуб у правильному положенні, що може призвести до сутулості, викривлень хребта, плоскостопості та інших порушень гармонійного розвитку людського організму, а отже, негативно впливає на діяльність серцево-судинної системи, органів дихання, травлення тощо.
- Гіподинамія – це знижена рухова активність. Вона негативно впливає на всі фізіологічні функції і процеси в організмі. Рухова активність стимулює процеси росту і розвитку організму, сприяє нормальній життєдіяльності.

ПЕРЕВІРТЕ ТА ЗАСТОСУЙТЕ ЗДОБУТІ ЗНАННЯ

Дайте відповідь на запитання

1. Які вікові зміни відбуваються в опорно-руховій системі людини? 2. Що таке постава? Які ознаки правильної та неправильної постави? 3. Назвіть правила запобігання порушенням постави. 4. Які умови нормального формування опорно-рухової системи людини? 5. Чому і як плоскостопість впливає на організм? 6. Як гіподинамія впливає на розвиток опорно-рухової системи і діяльність внутрішніх органів?

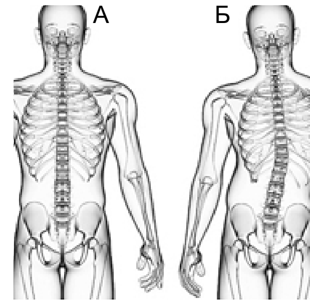
Виберіть одну правильну відповідь

1. Укажіть найкращий віковий період для початку занять силовими видами спорту для хлопчиків: а) 4 роки; б) 7 років; в) 14 років; г) 21 рік.
2. Укажіть наслідки гіподинамії: а) хвороби серцево-судинної системи; б) плоскостопість; в) гармонійний розвиток тіла; г) фізичне здоров'я.
3. Виберіть значення занять фізкультурою: а) підвищують стійкість організму до хвороб; б) знижують стійкість організму до хвороб; в) сприяють плоскостопості; г) сповільнюють розвиток організму.

ОБГОВОРІТЬ У ГРУПАХ. I група. Охарактеризуйте негативні чинники, що впливають на розвиток опорно-рухової системи. II група. Розкрийте взаємозв'язок фізичної культури і здоров'я людини.

ПОМІРКУЙТЕ. 1. Одним із наслідків гіподинамії є обмежена м'язова діяльність. Поясніть, як вона пов'язана з обміном речовин в організмі. 2. Чому не слід постійно перевантажувати м'язи в дитячому віці?

ТВОРЧЕ ЗАВДАННЯ 1. Зверніть увагу на малюнок і напишіть, у якого учня (А чи Б) виникло захворювання опорно-рухової системи. Чим воно спричинене?



ТВОРЧЕ ЗАВДАННЯ 2 (*групова робота*). Виконайте проект (за вибором) з використанням комп'ютерної презентації. 1. Гіподинамія – ворог сучасної цивілізації. 2. Рухова активність – основа фізичного здоров'я.

САМОКОНТРОЛЬ ЗНАНЬ З ТЕМИ

Виберіть одну правильну відповідь

1. Укажіть речовини, які забезпечують пружність кісток: а) карбонат кальцію; б) фосфат кальцію; в) сполуки Феруму; г) органічні речовини.

2. Що надає кісткам твердості: а) кісткова тканина; б) хрящова тканина; в) епітеліальна тканина; г) сухожилля?

3. Укажіть м'яз, який згинає лікоть: а) двоголовий м'яз плеча; б) триголовий м'яз плеча; в) чотириголовий м'яз; г) дельтоподібний м'яз.

4. Укажіть м'яз, який згинає коліно: а) двоголовий м'яз стегна; б) кравецький м'яз; в) чотириголовий м'яз стегна; г) литковий м'яз.

5. Укажіть функції червоного кісткового мозку: а) руйнування кісток; б) потовщення кісток; в) утворення клітин крові; г) ріст кісток у довжину.

6. Укажіть, яким стає м'яз під час скорочення: а) товстішим; б) тоншим; в) довшим; г) його форма не змінюється.

7. Укажіть складові кісток, які забезпечують їхнє живлення: а) окістя; б) червоний кістковий мозок; в) нервові закінчення; г) охрястя.

8. Укажіть чинники, які забезпечують ріст кісток у довжину: а) наявність жовтого кісткового мозку; б) поділ клітин хрящової тканини; в) поділ клітин окістя; г) наявність червоного кісткового мозку.

9. Укажіть чинники, від яких залежить сила м'яза: а) кількість кровоносних судин; б) кількість м'язових волокон; в) частота нервових імпульсів, що надходять до м'яза; г) кількість жирової тканини.

Утворіть логічні пари

10. Установіть відповідність між частинами скелета кінцівок (цифри) та кістками, що входять до їхнього складу (літери).

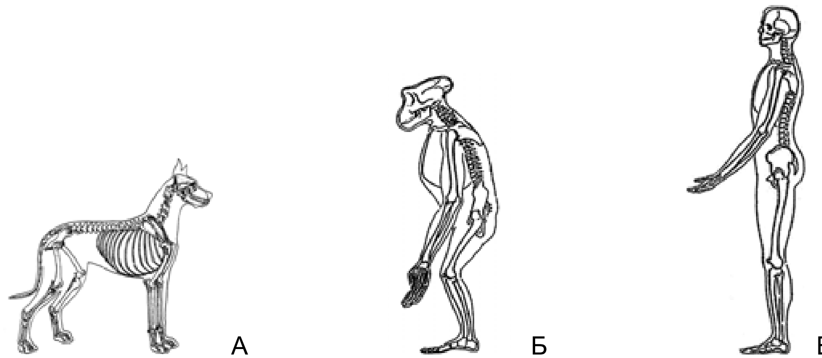
1 стегно	**А** кістки зап'ястка
2 передпліччя	**Б** малогомілкова кістка
3 гомілка	**В** ліктьова кістка
4 стопа	**Г** плесно
	Д стегнова кістка

11. Установіть відповідність між рухами в суглобах та м'язами, які їх рухають.

1 згинання передпліччя в ліктьовому суглобі	**А** двоголовий м'яз
2 розгинання передпліччя в ліктьовому суглобі	**Б** триголовий м'яз
3 згинання колінного суглоба	**В** литковий м'яз
4 розгинання колінного суглоба	**Г** чотириголовий м'яз стегна
	Д кравецький м'яз

Поміркуйте

12. Розгляньте на малюнках скелети: А – собаки, Б – горили і В – людини. Поясніть, як їхня будова пов'язана з характером пересування.



13. До якого захворювання опорно-рухової системи може призвести постійне порушення гігієнічних норм сидіння за робочим столом? Як воно впливає на діяльність внутрішніх органів?

14. Найдовша кістка – стегнова. Зазвичай, вона становить до 25 % від зросту людини. Визначте розмір своєї стегнової кістки.

15. У тілі дитини є 300 кісток, а в тілі дорослої людини їх 206. Із чим це пов’язано?

16. Поясніть зв’язок опорно-рухової системи із системою кровообігу. Складіть схему.

17. Установіть зв’язок між заняттями фізкультурою та розвитком опорно-рухової системи.

САМОСТІЙНА РОБОТА. Проведіть спостереження щодо впливу фізичних вправ на формування скелетних м’язів. Якщо ви не робите фізичної зарядки і не займаєтесь спортом, то почніть це робити регулярно. Якщо ви займаєтеся спортом регулярно, то поступово збільшуйте навантаження на м’язи. Перед початком спостережень виміряйте обсяг плеча в найширшому місці двоголового м’яза під час його скорочення. Виміряйте також обсяг гомілки випростаної ноги в найширшому місці литкового м’яза. Щомісяця повторюйте ці виміри, заносячи результати до таблиці.



Тема 7

ЗВ'ЯЗОК ОРГАНІЗМУ ЛЮДИНИ ІЗ ЗОВНІШНІМ СЕРЕДОВИЩЕМ. НЕРВОВА СИСТЕМА

Що забезпечує злагодженість роботи всіх органів і систем органів організму людини? Як пов'язані функціонально центральна і периферична нервова система? Яка роль кори головного мозку у визначенні поведінки людини?

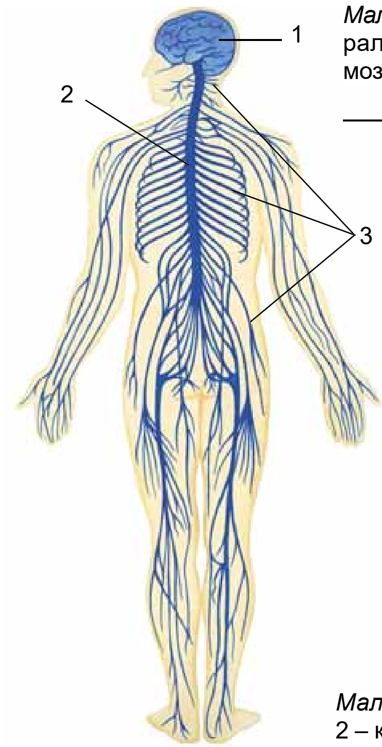
§ 35. БУДОВА НЕРВОВОЇ СИСТЕМИ ЛЮДИНИ. ЦЕНТРАЛЬНА І ПЕРИФЕРИЧНА НЕРВОВА СИСТЕМА

Пригадайте, які особливості будови нервової системи ссавців. Що таке нейрон, яка його будова? У чому полягає нервова та гуморальна регуляція життєвих функцій організму? Що таке нервовий імпульс? Що таке рецептори?

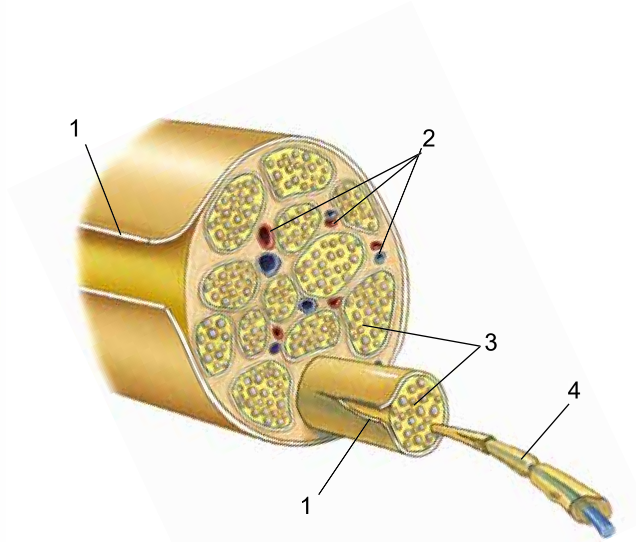
Які будова та значення нервової системи людини? **Нервова система** – найскладніша і найважливіша система керування та зв'язку в організмі людини. У людини нервова система загалом побудована так само, як і в інших ссавців. За місцем розташування нервової тканини розрізняють центральну та периферичну її частини (мал. 137). Нервова тканина, розміщена в порожнині черепа та каналі хребта, складає ***центральну нервову систему***. Це головний і спинний мозок.

Центральна нервова система забезпечує взаємозв'язок усіх клітин, тканин та органів організму. Вона впливає на їхню діяльність та регулює процеси, що в них відбуваються. До того ж центральна нервова система забезпечує зв'язок організму з навколишнім середовищем. За допомогою рецепторів центральна нервова система отримує інформацію про всі явища, що відбуваються у довкіллі та в самому організмі. Збудження, що надійшло до неї, там обробляється й у вигляді нервового імпульсу передається робочому органові.

Нервова тканина, розміщена поза межами черепа та каналу хребта, утворює ***периферичну нервову систему***. Це нерви, які відходять від головного та спинного мозку, а також їхні сплетіння і вузли. Нерви, що відходять від головного мозку, називають *черепно-мозковими* (їх 12 пар), а від спинного – *спинномозковими* (31 пара). Черепно-мозкові нерви іннервують органи чуття, деякі посмуговані м'язи, слізні та слинні залози.



Мал. 137. Загальна схема нервової системи людини. Центральна нервова система: 1 – головний мозок; 2 – спинний мозок. Периферична нервова система: 3 – черепно- і спинномозкові нерви



Мал. 138. Будова нерва: 1 – сполучнотканинна оболонка; 2 – кровоносні судини; 3 – нервові волокна; 4 – аксон нейрона

Спинномозкові нерви іннервують усі ділянки тіла людини, розташовані нижче шиї.

Пригадайте: основним структурним і функціональним елементом нервової системи є нервова клітина – нейрон (див. мал. 9). Він має тіло, численні короткі відростки (їх називають дендритами) та зазвичай один довгий (аксон). Довгі відростки, що відходять від нейронів, розташованих у головному і спинному мозку, утворюють ***нервові волокна***. Вони здатні генерувати і поширювати нервові імпульси.

Переважна більшість нервових волокон оточена оболонкою із жироподібної речовини, що виконує ізоляційну функцію. Такі нервові волокна проводять нервові імпульси значно швидше, ніж ті, які таких оболонок не мають.

Нервові волокна збираються в пучки – ***нерви***, що виходять за межі головного і спинного мозку. Як окремі пучки, так і весь нерв оточують сполучнотканинні оболонки (мал. 138).

Нерви забезпечують зв'язок між центральною нервовою системою та тканинами й органами тіла людини. По нервах збудження прямує або із центральної нервової системи до певного органа, або від різних ділянок тіла до центральної нервової системи.

Розрізняють чутливі, рухові та змішані нерви. По ***чутливих нервах*** збудження прямує від різних органів до центральної нервової системи. По ***рухових нервах*** збудження проходить від центральної нервової системи до робочих органів. Обидва типи нервових волокон часто розташовані в одному нервові. Такі нерви називають ***змішаними***. Вони виконують подвійну функцію: проводять збудження в обох напрямах, що нагадує двобічний дорожній рух.

У спинному і головному мозку розрізняють сіру і білу речовину. ***Сіра речовина*** – це скупчення тіл нейронів та їхніх коротких відростків, а ***біла*** – скупчення довгих відростків нейронів. Біла речовина також входить до складу нервів. Скупчення тіл нейронів у межах білої речовини мають назву *ядра*. Скупчення тіл нейронів поза центральною нервовою системою називають ***нервовими вузлами***. Вони розташовані всередині внутрішніх органів або поблизу них.

Ви вже знаєте, що нервовій тканині властиві збудливість та провідність. *Збудливість* – здатність нейронів швидко змінювати свої властивості (збуджуватись) під впливом певних подразників, а *провідність* – проводити і передавати збудження через відростки до інших нейронів. Найменшу силу дії подразника, яка здатна викликати збудження (нервовий імпульс), називають *порогом подразнення*.

Нервовій системі притаманний рефлекторний принцип роботи. Як ви пам'ятаєте, ***рефлекс*** – це реакція організму у відповідь на подразнення, яка відбувається за участю нервової системи. Подразнення сприймають ***рецептори*** – спеціалізовані чутливі утвори, які перетворюють певні подразники зовнішнього та внутрішнього середовища на нервові імпульси. Кожний вид рецепторів сприймає лише певне подразнення (наприклад, рецептори ока – світло, вуха – звуки тощо). Рецептори за характером розташування поділяють на зовнішні, розміщені на поверхні тіла (рецептори шкіри, ока, вуха тощо), та внутрішні, які знаходяться у внутрішніх органах (легенях, серці, шлунково-кишковому тракті, м'язах, сухожиллях та ін.).

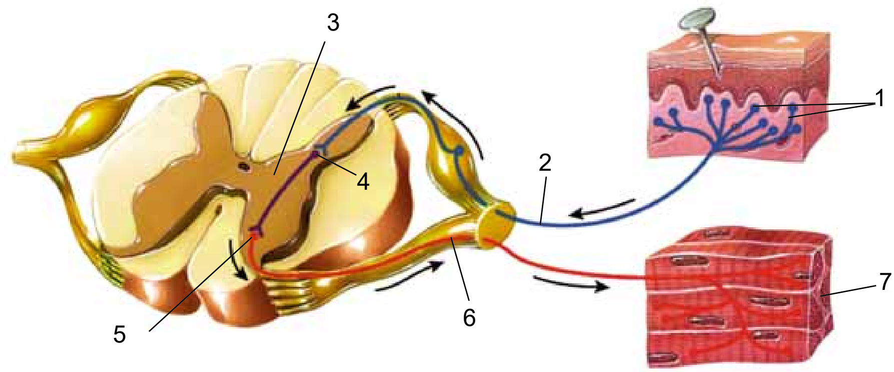
У рецепторі у відповідь на дію подразника виникають нервові імпульси, які надходять у нервовий центр, зумовлюючи його збудження. Це хвилі збудження, які поширюються по нервових волокнах. Нервовий центр аналізує сигнал і, у свою чергу, посилає нервові імпульси. Наслідком цього є відповідні реакції певних органів чи всього організму. Рефлекси, які виникають під час подразнення зовнішніх рецепторів, дають змогу організму реагувати на зміни довкілля. Рефлекси, які здійснюються під час збудження внутрішніх рецепторів, регулюють роботу внутрішніх органів і підтримують сталість внутрішнього середовища організму.

Пригадайте: сукупність структур нервової системи, які беруть участь у здійсненні рефлексу, називають ***рефлекторною дугою***. До її складу входять:

- рецептор;
- чутливе нервове волокно, по якому збудження передається до центральної частини нервової системи;
- нервовий центр, де аналізується отримана інформація;
- рухове нервове волокно, по якому нервові імпульси надходять до відповідних робочих органів.

Це приклад двонейронної рефлекторної дуги (*див. мал. 22*). В організмі людини рефлекторні дуги переважно тринейронні (мал. 139). У такій дузі збудження із чутливого на руховий нейрон передається через ***вставний нейрон***.

Отже, нервова система забезпечує єдність і цілісність організму, відносну сталість внутрішнього середовища (гомеостаз), реакцію організму на дію різних подразників і пристосування його до змінних умов навколишнього середовища.



Мал. 139. Тринейронна рефлекторна дуга: 1 – рецептори; 2 – чутливий нерв; 3 – сіра речовина спинного мозку; 4 – вставний нейрон; 5 – руховий нейрон; 6 – руховий нерв; 7 – робочий орган. ***Завдання.*** *Порівняйте рефлекторні дуги, зображені на мал. 22 та мал. 148. Що між ними спільного та відмінного?*

Залежно від функцій нервову систему (центральну і периферичну) поділяють на соматичну і вегетативну.

Соматична нервова система керує рухами скелетних м'язів, сприймає і проводить сигнали від органів чуття, забезпечуючи зв'язок організму із зовнішнім середовищем.

Вегетативна нервова система регулює обмін речовин, роботу внутрішніх органів (шлунка, печінки, нирок, серця, судин тощо) і стан нервової системи в цілому. Діяльність цього відділу, на відміну від соматичного, не перебуває під контролем свідомості людини, звідки і його друга назва – ***автономна нервова система***.

✿ *Ключові терміни і поняття:* **сіра речовина, біла речовина, черепно-мозкові нерви, спинномозкові нерви, чутливі, рухові, змішані нерви.**

УЗАГАЛЬНИМО ЗНАННЯ

- Нервова система – це сукупність взаємопов'язаних структур, що регулюють усі фізіологічні процеси в організмі та дають змогу організмові функціонувати узгоджено як єдине ціле. Анатомічно нервову систему поділяють на центральну (головний і спинний мозок) та периферичну (12 пар черепно-мозкових і 31 пара спинномозкових нервів).
- Нерви – довгі відростки нервових клітин, зібрані в пучки. Вони бувають чутливими, руховими та змішаними. Залежно від функцій розрізняють соматичну та вегетативну (автономну) нервову систему.

ПЕРЕВІРТЕ ТА ЗАСТОСУЙТЕ ЗДОБУТІ ЗНАННЯ

Дайте відповідь на запитання

1. Які функції виконує нервова система? 2. Що таке центральна та периферична нервова система? 3. Що таке нерви? Які види нервів ви знаєте? 4. Які функції виконують різні види нервів? 5. Що таке сіра та біла речовина нервової системи? 6. Яку нервову систему називають соматичною, а яку – вегетативною? Які їхні функції?

Виберіть одну правильну відповідь

1. Укажіть складові центральної нервової системи: а) головний мозок і спинний мозок; б) головний мозок і черепно-мозкові нерви; в) спинний мозок і спинномозкові нерви; г) черепно-мозкові і спинномозкові нерви.

2. Укажіть складові периферичної нервової системи: а) головний мозок і спинний мозок; б) головний мозок і черепно-мозкові нерви; в) спинний мозок і спинномозкові нерви; г) черепно-мозкові і спинномозкові нерви.
3. Укажіть кількість черепно-мозкових нервів людини: а) 10; б) 12; в) 24; г) 31.

ОБГОВОРІТЬ У ГРУПАХ. І група. Охарактеризуйте будову і типи нервів. ІІ група. Розкрийте будову і функції сірої та білої речовини головного і спинного мозку.

ПОМІРКУЙТЕ. Чим соматична нервова система відрізняється від вегетативної (автономної)?

ТВОРЧЕ ЗАВДАННЯ. Намалюйте схему рефлекторної дуги на прикладі реакції відсмикування руки від гарячого предмета.

§ 36. БУДОВА ТА ФУНКЦІЇ СПИННОГО МОЗКУ ЛЮДИНИ

Пригадайте відділи хребта людини, будову хребців. Із чого складаються центральна та периферична нервова система людини? Які нейрони називають руховими, а які – чутливими? Що таке безумовні та умовні рефлекси, нервовий центр? Що таке біла та сіра речовина? Що таке рефлекторна дуга? З яких ланок вона складається?

Ви вже знаєте, що однією зі складових центральної нервової системи людини є спинний мозок.

Яка будова спинного мозку? **Спинний мозок** розташований у каналі хребта, утвореному дугами хребців. Він має вигляд довгої трубки. У дорослої людини спинний мозок завдовжки 41–45 см і приблизно 1 см завтовшки. Його маса становить усього 30–32 г. Спинний мозок має два потовщення: шийне і поперекове. Ці ділянки відповідають виходу нервів, які прямують до верхніх і нижніх кінцівок.



Мал. 140. Відділи спинного мозку: 1 – вигляд збоку; 2 – зрізи через відповідні відділи

Починається спинний мозок при основі черепа, де з'єднується з довгастим мозком (структурою головного мозку), а закінчується на рівні другого поперекового хребця пучком нервів, які відходять від нього. Тому він дещо коротший від хребта.

Ви вже знаєте, що від спинного мозку відходить 31 пара спинномозкових нервів. Ділянку, від якої починається певна пара спинномозкових нервів, називають ***сегментом***. У межах спинного мозку розрізнюють сегменти (мал. 140):

- шийні – від них беруть початок 8 пар спинномозкових нервів;
- грудні сегменти – 12 пар;
- поперекові сегменти – 5 пар;
- крижові сегменти – 5 пар;
- куприкові сегменти – 1 пара спинномозкових нервів.

Вивчимо будову спинного мозку під час виконання лабораторного дослідження.

ЛАБОРАТОРНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ

Вивчення будови спинного мозку людини (за муляжами, моделями, пластинчастими препаратами)

Обладнання та матеріали: муляжі, моделі, скелет.

Розгляньте на поперечному зрізі спинного мозку білу та сіру речовину, спинномозковий канал.

На поперечному зрізі спинного мозку можна побачити, що він складається з білої (розташована ззовні) та сірої речовини. Волокна білої речовини з'єднують між собою різні ділянки спинного мозку та формують провідні шляхи, забезпечуючи двобічні зв'язки між ним та головним мозком.

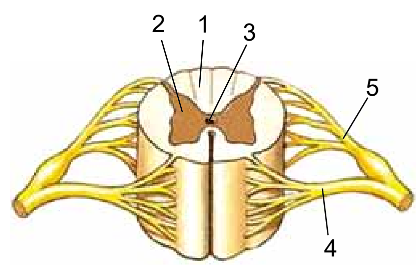
У центрі спинного мозку проходить спинномозковий канал (діаметром до 1 мм), заповнений прозорою *спинномозковою рідиною* (мал. 141). Вона завдяки постійному обміну з кров'ю забезпечує живлення нервової тканини, постачаючи поживні речовини та виводячи продукти обміну. Крім того, спинномозкова рідина здійснює захисну функцію: у ній є особливі клітини, які знищують збудників хвороб.

Сіра речовина оточує спинномозковий канал, утворюючи на поперечному зрізі контур, що нагадує метелика чи літеру «**Н**» (мал. 141). Вона має виступи – *роги*, які поділяють білу речовину на ділянки з провідними нервовими шляхами (висхідними та низхідними) (*знайдіть їх на мал. 141*). По висхідних шляхах нервові імпульси прямують до головного мозку, а по низхідних – збудження передається від головного мозку до центрів спинного мозку, а від них – до робочого органа.

У *передніх рогах* розташовані тіла рухових нейронів, довгі відростки яких досягають скелетних м'язів. Ці відростки утворюють передні, або *рухові, корінці* (мал. 141). До задніх рогів підходять відростки чутливих нейронів, які утворюють задні, або *чутливі, корінці*. По них надходять нервові імпульси від рецепторів шкіри, м'язів, суглобів, внутрішніх органів. У грудному і поперековому відділах спинного мозку є ще й бічні роги.

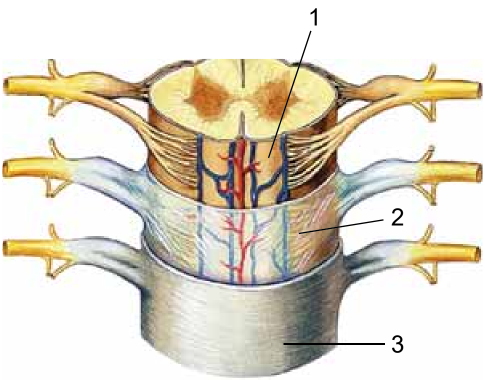
Тіла чутливих нейронів розташовані за межами спинного мозку в потовщеннях – вузлах на задніх корінцях. В отворах між двома сусідніми хребцями передні та задні корінці злиті між собою в змішані спинномозкові нерви, відгалуження яких прямують до різноманітних органів. У сірій речовині розташовані переважно вставні нейрони, які забезпечують зв'язки між чутливими та руховими.

ЦІКАВО ЗНАТИ! Загалом у спинному мозку людини налічують близько 13 млн нейронів, з яких 97 % – вставні.

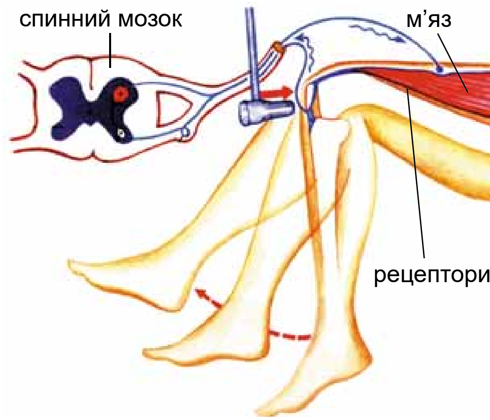


Мал. 141. Будова спинного мозку: 1 – біла речовина; 2 – сіра речовина; 3 – спинномозковий канал; 4 – руховий корінець; 5 – чутливий корінець

Які оболонки вкривають спинний мозок? Спинний мозок оточують три оболонки: тверда, павутинна та м'яка (мал. 142). *Тверда оболонка* розташована ззовні. Вона утворена щільною волокнистою сполучною тканиною. Глибше розташована *павутинна оболонка*, утворена пухкою волокнистою сполучною тканиною. Безпосередньо



Мал. 142. Оболонки спинного мозку: 1 – м'яка; 2 – павутинна; 3 – тверда



Мал. 143. Колінний рефлекс. ***Завдання.*** *Простежте шлях передачі збудження*

до речовини мозку прилягає *м'яка (судинна) оболонка*. Вона також утворена волокнистою сполучною тканиною, але, на відміну від павутинної оболонки, містить сітку кровоносних судин. Разом з ними ця оболонка проникає в мозкову тканину. Всі три оболонки формують єдиний суцільний чохол, який оточує як спинний, так і головний мозок. Між павутинною і судинною оболонками є широкий простір, заповнений спинномозковою рідиною.

Які функції спинного мозку? Спинний мозок виконує дві основні функції – рефлекторну та провідникову. ***Рефлекторна функція*** полягає в тому, що у спинному мозку розташовані важливі центри безумовних рефлексів. У них замикається значна кількість рефлекторних дуг. Кожний сегмент спинного мозку регулює діяльність шкіри, скелетних м'язів (крім м'язів голови) чи внутрішніх органів. Наприклад, центр сечовиділення розташований у крижовому відділі, центр розширення зіниць – у верхньому грудному сегменті, колінного рефлексу (мал. 143) – у поперековому відділі (цей рефлекс проявляється у підійманні ноги при різкому ударі по сухожиллю нижче колінної чашечки).

Ще одна функція спинного мозку – ***провідникова***. Як ви знаєте, нервові волокна, які утворюють білу речовину, з'єднують різні відділи спинного мозку між собою та спинний мозок з головним. Нервові імпульси, що надходять у спинний мозок від рецепторів, по висхідних провідних шляхах передаються до головного мозку, а з нього по низхідних повертаються до спинного мозку, а звідти – прямують до робочих органів. Нервові волокна, які передають збудження від спинного мозку в головний, називають *висхідними*, а ті, які передають збудження в зворотному напрямку, – *низхідними*.

Нервові волокна, виконуючи провідникову функцію, забезпечують зв'язок й узгоджену роботу всіх відділів центральної нервової системи.

Отже, спинний мозок відіграє роль двостороннього провідного шляху між головним мозком і периферичною нервовою системою, а також керує простими рефлекторними діями (наприклад, відсмикування руки від гарячого предмета).

Діяльність спинного мозку перебуває під контролем головного, який регулює спинномозкові рефлекси.

Які бувають порушення діяльності спинного мозку? Порушення діяльності спинного мозку найчастіше пов'язані з травмами. Так, у разі перелому хребта порушуються зв'язки спинного мозку з головним. При цьому людина може говорити, повертати голову, їсти і пити, однак діяльність скелетних м'язів і чутливість ділянок тіла, які іннервуються сегментами спинного мозку, розташованими нижче місця ураження, повністю зникає. Наприклад, якщо ушкоджено спинний мозок у шийній частині, людина не здатна свідомо рухати ні руками, ні ногами – настає ***параліч***. Це відсутність довільних рухів унаслідок ураження рухових центрів центральної нервової системи або рухових нервових шляхів центральної чи периферичної нервової системи.

Небезпечним захворюванням є запалення оболонок спинного мозку, яке супроводжується значним підвищенням температури тіла. Його здебільшого спричиняють мікроорганізми або переохолодження тіла. Це захворювання може привести до втрати чутливості та рухової активності.

✿ *Ключові терміни і поняття:* **спинний мозок, спинномозковий канал, вставні нейрони, рефлекторна та провідникова функції спинного мозку.**

УЗАГАЛЬНИМО ЗНАННЯ

● Спинний мозок – частина центральної нервової системи, що має вигляд довгої трубки, розташованої у каналі хребта. Від нього відходить 31 пара спинномозкових нервів. Ділянку, з якої починається кожна пара цих нервів, називають сегментом. Біла речовина спинного мозку розміщена ззовні, а під нею – сіра речовина. У центрі проходить канал, заповнений спинномозковою рідиною. Спинний мозок виконує провідникову та рефлекторну функції.

ПЕРЕВІРТЕ ТА ЗАСТОСУЙТЕ ЗДОБУТІ ЗНАННЯ

Дайте відповідь на запитання

1. Яка будова спинного мозку? 2. Що таке сегмент спинного мозку? 3. До якого типу належать спинномозкові нерви? Скільки є пар спинномозкових нервів? 4. Які функції виконує спинний мозок? Як вони пов'язані з його будовою? 5. Які функції спинномозкової рідини?

Виберіть одну правильну відповідь

1. Укажіть, де розташовані тіла чутливих нейронів, пов'язаних зі спинним мозком: а) у передніх рогах сірої речовини; б) у задніх рогах сірої речовини; в) у білій речовині; г) у нервових вузлах, розташованих за межами спинного мозку.
2. Укажіть тип нервів, до яких належать спинномозкові: а) рухові; б) чутливі; в) змішані.
3. Укажіть кількість пар нервів, які відходять від шийних сегментів спинного мозку: а) 5; б) 7; в) 8; г) 12.

ОБГОВОРІТЬ У ГРУПАХ. Установіть взаємозв'язок будови і функцій спинного мозку.

ПОМІРКУЙТЕ. 1. До чого може призвести пошкодження поперекового відділу спинного мозку? 2. Чим можуть бути спричинені порушення діяльності спинного мозку? Які наслідки цього порушення?

ТВОРЧЕ ЗАВДАННЯ. Схематично замалюйте і поясніть рефлекторну дугу колінного рефлексу.

§ 37. ГОЛОВНИЙ МОЗОК ЛЮДИНИ: СТОВБУРОВА ЧАСТИНА, МОЗОЧОК

Пригадайте, що таке сіра і біла речовина. Які особливості має будова головного мозку в представників різних класів хребетних тварин?

Головний мозок – вищий відділ нервової системи людини. Він, як і спинний, є частиною центральної нервової системи. Головний мозок міститься в мозковому відділі черепа й через великий потиличний отвір з'єднаний зі спинним. Як і спинний мозок, головний ззовні вкритий трьома захисними оболонками (м'якою, павутинною та твердою). Від нього відходять 12 пар черепно-мозкових нервів. Маса головного мозку новонародженої дитини в середньому коливається від 330 до 400 г. Збільшення маси мозку людини триває до 20–25-го року життя. У дорослої людини маса мозку дорівнює приблизно 1350 г.

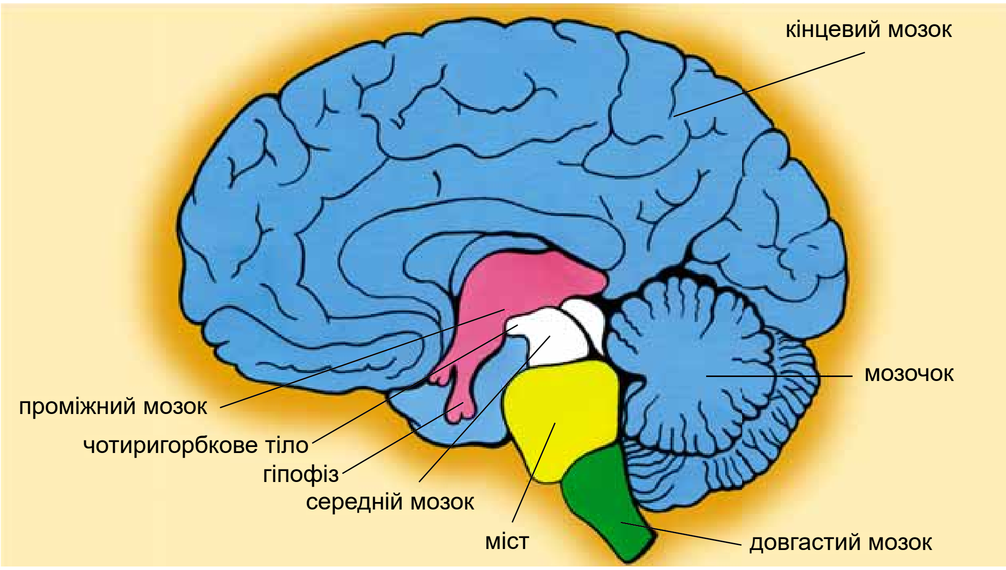
ЦІКАВО ЗНАТИ! Маса головного мозку людиноподібних мавп становить у середньому: у шимпанзе – 420 г, горили – 500 г. У таких велетнів, як індійський слон чи синій кит, вона значно більша – відповідно 5000 г та 7000 г. Маса головного мозку в різних людей може істотно відрізнятись, однак це не впливає на їхні інтелектуальні здібності. Наприклад, мозок видатного вченого-хіміка Дмитра Менделєєва важив 1571 г, а поета Джорджа Байрона – 2238 г.

У головному мозку, як і в спинному, є біла та сіра речовина. Біла речовина утворює його провідні шляхи, які зв'язують різні частини головного мозку між собою та зі спинним мозком. Сіра речовина утворює кору півкуль головного мозку і мозочка й у вигляді окремих скупчень – ядер – міститься всередині білої.

Усередині головного мозку є чотири порожнини – ***шлуночки***, які сполучаються між собою, з простором під павутинною оболонкою мозку та з каналом спинного мозку. Шлуночки заповнені рідиною, яка відіграє важливу роль у забезпеченні нормальної діяльності головного мозку. Ця рідина створює відносно постійний внутрішньочерепний тиск, разом із кров'ю забезпечує обмін речовин та здійснює захисну функцію.

Яка будова і функції відділів головного мозку? У головному мозку розрізняють стовбурову частину, мозочок і передній мозок. Стовбурова частина включає довгастий мозок, міст і середній мозок (мал. 144).

Як ви пам'ятаєте, ***довгастий мозок*** є продовженням спинного (мал. 144). Це історично найдавніший відділ головного мозку. Довгастий мозок складається з білої речовини, у масі якої розташована сіра, що утворює окремі ядра. Від них беруть початок останні чотири пари черепно-мозкових нервів. У довгастому мозку містяться центри, які забезпечують регуляцію серцевої діяльності, кровообігу та дихання. Руйнування довгастого мозку призводить до зупинки дихання і смерті. Ось чому цю частину мозку іноді ще називають «вузол життя». Довгастий мозок також регулює обмін речовин, виділення травних соків, ковтання, ссання. За участю довгастого мозку здійснюються захисні реакції чхання, кашлю, сльозовиділення тощо й рефлекси, необхідні для підтримання певної пози. Він проводить імпульси між спинним і розташованими вище відділами головного мозку.



Мал. 144. Складові головного мозку. ***Завдання***. *Користуючись малюнком, назвіть складові стовбура головного мозку*

ЦІКАВО ЗНАТИ! У довгастому мозку, як і в інших відділах стовбура головного мозку, розташована *ретикулярна формація* – дифузне скупчення нервових клітин різного виду і розміру з довгими та дуже розгалуженими короткими відростками. Ретикулярна формація тягнеться від спинного мозку через стовбурову частину і далі – до переднього мозку, зв'язуючи їх між собою. Через неї «просіюється» вся інформація, що має надійти до півкуль кінцевого мозку. Ретикулярна формація відіграє важливу роль у регуляції збудливості й тонусу всіх відділів центральної нервової системи.

Міст зв'язує між собою довгастий і середній мозок (мал. 144). Через нього проходять висхідні й низхідні шляхи проведення нервових імпульсів. За внутрішньою будовою міст нагадує довгастий мозок – у білій речовині розташовані ядра. Від них беруть початок з V по VIII пари черепно-мозкових нервів. Тут є центри, що контролюють міміку та жування, поставу і рівновагу. По слуховому нерву в міст надходять імпульси від внутрішнього вуха. Пошкодження в ділянці моста можуть супроводжуватися порушенням узгодженості скорочень м'язів-згиначів і розгиначів, слуху та рівноваги.

Між мостом і проміжним розташований ***середній мозок*** (мал. 144). Його верхню частину складає сіра речовина, яка утворює *чотиригорбкове тіло*. Два передні його горби забезпечують автоматичні орієнтувальні реакції (рухи очей, повороти голови) на світло, а задні – на звук. Нижня частина середнього мозку побудована з білої речовини, у центрі якої розташовані ядра III та IV пар черепно-мозкових нервів, а також ядра, які відіграють важливу роль у регуляції тонусу м'язів, особливо тих, які підтримують позу, протидіючи силі земного тяжіння. Тут також містяться ядра, які регулюють больову чутливість, здійснюють захисні згинальні рефлекси кінцівок.

Через середній мозок угору і вниз проходять нервові шляхи, які передають нервові імпульси від проміжного до кінцевого мозку та навпаки.

Порушення середнього мозку проявляються втратою узгодженості рухів очей, роздвоєнням зображення, неможливістю налаштувати зір на бачення далеких чи близьких предметів.

Що таке мозочок? Які його функції? ***Мозочок*** у зародка формується як червоподібний виріст моста, тому їх об'єднують у єдиний комплекс – **задній мозок.** У дорослої людини мозочок розташований безпосередньо над мостом і довгастим мозком. Мозочок складається з двох півкуль, які з'єднані невеликою середньою частиною – черв'яком. Поверхню мозочка вкриває сіра речовина, утворюючи ***кору***. Сіра речовина міститься також у товщі білої речовини мозочка у вигляді ядер. Поверхня мозочка має вузькі звивини, поділені численними борознами (мал. 153).

Основні функції мозочка – координація рухів, визначення їхньої точності, плавності, збереження рівноваги тіла, підтримання тонусу (постійного часткового скорочення) м'язів. У разі враження мозочка рухи людини стають неточними, незграбними, порушується рівновага тіла. Мозочок пов'язаний провідними шляхами зі спинним, довгастим і середнім мозком, а також – із корою півкуль кінцевого мозку.

✿ ***Ключові терміни і поняття:*** **головний мозок, стовбурова частина головного мозку, довгастий мозок, міст, середній мозок, мозочок.**

УЗАГАЛЬНИМО ЗНАННЯ

● Головний мозок розташований у порожнині черепа та оточений трьома захисними оболонками. Від нього відходить 12 пар черепно-мозкових нервів. У головному мозку виділяють стовбурову частину, мозочок і передній мозок. До стовбура головного мозку належать: довгастий мозок, міст і середній мозок. У різних ділянках стовбурової частини головного мозку зосереджені центри життєво важливих рефлексів: дихання, травлення, обміну речовин, ковтання, кровообігу тощо. Через нього проходять важливі провідні шляхи (висхідні та низхідні), якими нервові імпульси прямують зі спинного мозку до кори півкуль кінцевого мозку та навпаки. З мостом пов'язаний мозочок, разом вони формують задній мозок. Основні функції мозочка – координація рухів, визначення їх точності, збереження рівноваги тіла, підтримання тонусу м'язів.

ПЕРЕВІРТЕ ТА ЗАСТОСУЙТЕ ЗДОБУТІ ЗНАННЯ

Дайте відповідь на запитання

1. Які розрізняють частини головного мозку? 2. Які функції різних частин стовбура головного мозку? 3. Яка будова та функції мозочка? 4. До яких наслідків можуть призводити пошкодження стовбурової частини головного мозку?

Виберіть одну правильну відповідь

1. Виберіть перелік складових стовбура спинного мозку: а) довгастий мозок, мозочок, міст; б) проміжний мозок, міст, мозочок; в) довгастий мозок, міст, середній мозок; г) проміжний мозок, мозочок, середній мозок.
2. Укажіть складову стовбура головного мозку, в якій зосереджені життєво важливі нервові центри дихання та контролю серцево-судинної системи: а) кінцевий мозок; б) проміжний мозок; в) довгастий мозок; г) середній мозок.

ОБГОВОРІТЬ У ГРУПАХ. Розкрийте функції всіх складових стовбура головного мозку.

ПОМІРКУЙТЕ. 1. Чому довгастий мозок називають «великою дорогою»? Чому його пошкодження небезпечне для життя? 2. Чим можна пояснити, що довгастий мозок, міст і середній мозок, крім рефлекторної, мають ще й провідникову функцію, а мозочок – переважно рефлекторну?

ТВОРЧЕ ЗАВДАННЯ. Порівняйте будову головного мозку людини та представників різних класів хребетних тварин.

§ 38. ГОЛОВНИЙ МОЗОК ЛЮДИНИ: ПЕРЕДНІЙ МОЗОК

Пригадайте, з яких частин складається стовбур головного мозку людини. Що собою становлять ядра головного мозку? Що таке гомеостаз?

Стовбурова частина головного мозку спереду сполучається з переднім. До його складу входять проміжний і кінцевий мозок.

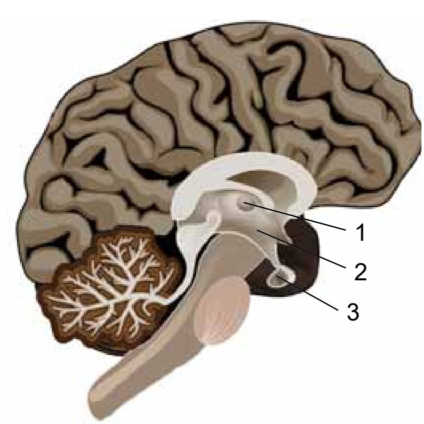
Які будова і функції проміжного мозку? Основні складові **проміжного мозку** – таламус і гіпоталамус (підгорбова ділянка) (мал. 145). До цієї частини головного мозку підходять нервові волокна II пари черепно-мозкових нервів (зорові).

Таламус – ділянка головного мозку, що становить собою скупчення сірої речовини у вигляді ядер. Вона охоплює основну частину проміжного мозку. Таламус відповідає за перерозподіл інформації. Ця інформація від різних органів чуття (за винятком рецепторів нюху) по висхідних шляхах надходить до ядер таламуса і далі – до кори великих півкуль кінцевого мозку. Таламус є центром больової чутливості, замикання умовних рефлексів, навчання.

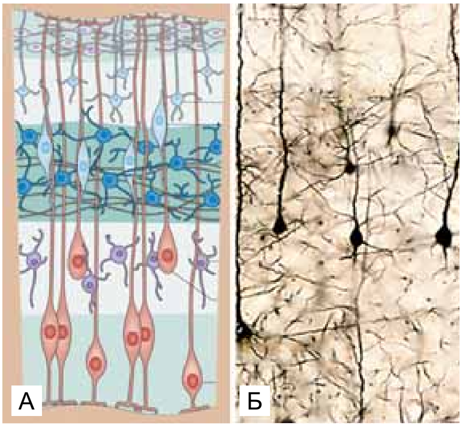
ЦІКАВО ЗНАТИ! У таламусі можна виділити чотири основні ядра: одне з них перерозподіляє зорову інформацію, інші – ту, що надходить від рецепторів слуху, дотику, рівноваги. Після того як інформація від певних рецепторів надійшла у відповідне ядро таламуса, там відбувається її первинна обробка, тобто людина первинно відчуває температуру, певні зорові або слухові образи тощо.

Здоров'я людини. Таламус відіграє важливу роль у здійсненні процесів запам'ятовування. Його пошкодження може спричинити мимовільне тремтіння кінцівок у стані спокою, часткову втрату пам'яті, порушити мовну функцію та свідомість, а отже, здатність до навчання.

Гіпоталамус (підгорбова ділянка) пов'язаний з корою великих півкуль, зоровими горбами таламуса, мозочком тощо. У ньому розташовані нервові центри, які регулюють усі процеси життєдіяльності: обмін речовин, діяльність серцево-судинної системи, залоз внутрішньої секреції, травного тракту, температуру тіла тощо. З гіпоталамусом пов'язані стани сну, неспання, емоції тощо. У ядрах гіпоталамуса також розташовані нервові клітини, які виробляють біологічно активні речовини, дія яких подібна до гормонів. Їх називають ***нейрогормонами***. В єдиному комплексі з ендокринною залозою – *гіпофізом* – гіпоталамус контролює діяльність усієї ендокринної системи – системи залоз внутрішньої секреції (докладніше про це згодом).



Мал. 145. Таламус (1), гіпоталамус (2), гіпофіз (3)



Мал. 146. А. Схема нейронної будови кори кінцевого мозку. Б. Фото нейронів кори

Ядра гіпоталамуса, отримуючи інформацію від рецепторів внутрішнього середовища, визначають характер і ступінь порушення гомеостазу і за допомогою нервових і гуморальних механізмів ефективно впливають на його відновлення.

ЦІКАВО ЗНАТИ! У гіпоталамусі розташовані центри голоду, насичення і спраги, центри задоволення та агресивної поведінки. Так, у разі ушкодження деяких його ядер виникає ожиріння або виснаження організму, надмірне потовиділення.

Яка будова та функції кінцевого (великого) мозку? **Кінцевий**, або **великий, мозок** складається з правої та лівої півкуль, розділених поздовжньою щілиною. У глибині цієї щілини півкулі сполучені між собою за допомогою системи поперечних нервових волокон, які утворюють *мозолисте тіло*. Воно здійснює обмін нервовими імпульсами між півкулями, забезпечуючи їхню узгоджену діяльність. У людини великі півкулі складають приблизно 80 % маси головного мозку. Поверхня півкуль вкрита сірою речовиною. Вона утворює **кору**, під якою міститься біла речовина. У білій речовині розташовані окремі ядра. До кінцевого мозку надходять нервові волокна першої пари черепно-мозкових нервів (нюхова).

Кора в різних ділянках має товщину від 1,2 до 4,5 мм. Підраховано, що в ній міститься близько 10^9–10^{11} нервових клітин, зібраних у шари (мал. 146).

ЦІКАВО ЗНАТИ! Мікроскопічну будову кори півкуль головного мозку дослідив Володимир Олексійович Бец (мал. 147), який 1860 року закінчив Київський університет Св. Володимира (нині це Київський національний університет імені Тараса Шевченка). Він перший (1873) описав рухову зону кори головного мозку і відкрив (1874) у ній великі клітини пірамідальної форми (клітини Беца).

Площа поверхні кори становить приблизно 220 000 мм^2. Шар кори слід уявляти ніби складеним у складки, завдяки чому поверхня кори має дуже складний малюнок, утворений почерговим розташуванням у різних напрямках заглиблень – *борозен* і підвищень – валків між ними – *звивин* (див. мал. 148). Виділяють три найглибші борозни півкуль: бічну, центральну і потилично-тім'яну. Вони поділяють півкулі головного мозку на чотири основні частки: лобову, тім'яну, скроневу і потиличну (*знайдіть їх на малюнку 148*).

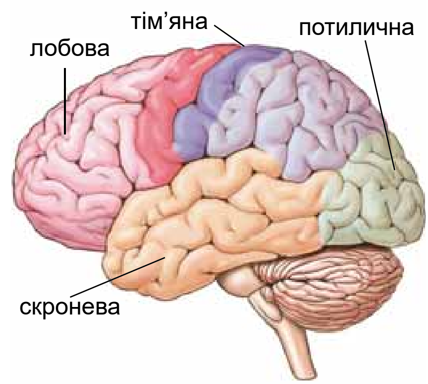


Мал. 147. В.О. Бец (1834–1894) – український анатом і гістолог

До певних ділянок кори великих півкуль надходить інформація від різноманітних рецепторів. Кожна така ділянка – нервовий центр – виконує свої функції. *Пригадайте*: ***нервовий центр*** – це сукупність тіл і коротких відростків нервових клітин, здатних обробляти отриману інформацію та приймати рішення щодо

дій у відповідь. Ці процеси відбуваються в певних ділянках кори – ***зонах***.

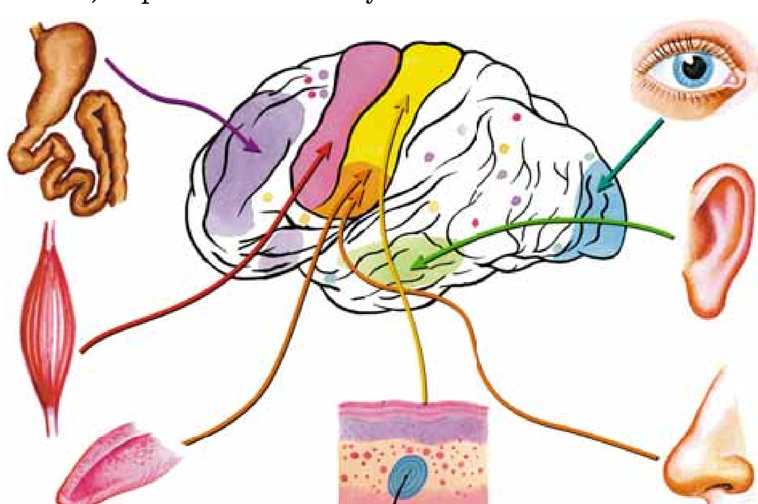
Кора становить собою сукупність певних зон, між якими немає чітких меж. Таких зон, різних за будовою та функціями, розрізняють у межах всієї кори від 50 до 200. При цьому слід пам'ятати, що за здійснення певних складних функцій можуть відповідати кілька зон кори (мал. 149). Наприклад, у тім'яній частці позаду центральної борозни розташована *зона шкірної* та *суглобової чутливості*. Попереду від центральної борозни розташована *рухова зона*. У скроневій частці є *слухова зона*, у потиличній – *зорова*. *Смакова зона* розміщена поблизу бічної борозни. *Мовна зона* розташована в кількох ділянках різних часток півкуль.



Мал. 148. Частки півкуль головного мозку

За своїми функціями зони кори поділяють на три групи: чутливі, рухові та асоціативні. *Чутливі зони* сприймають сигнали від певних рецепторів. Наприклад, зорові чутливі зони – від рецепторів сітківки ока, а слухові – від рецепторів вуха. У *рухових зонах* у відповідь на надходження імпульсу виникають сигнали, які визначають рухи різних частин тіла та організму в цілому. *Асоціативні зони* сприймають імпульси від різних рецепторів, а також від чутливих і рухових зон кори, забезпечуючи їхні функціональні зв'язки. Із цими зонами кори найбільше пов'язані вищі психічні функції, зокрема мови та її розуміння.

ЗАПАМ'ЯТАЙТЕ! Кора великих півкуль відіграє вирішальну роль у визначенні поведінки людини, сприйнятті навколишнього світу, організації довільних рухів, у процесах навчання, пам'яті, свідомості й мислення. Отже, кора великих півкуль – ***носій людського інтелекту***.



Мал. 149. Розташування деяких нервових зон у корі кінцевого мозку. ***Завдання.*** *Назвіть частки півкуль головного мозку, в яких вони розташовані*

У півкулях під сірою речовиною (корою) розташована біла. Вона є скупченням укритих жироподібною оболонкою нервових волокон. Ці нервові волокна з'єднують між собою різні зони кори, а різні зони кори – з розташованими нижче ділянками стовбура головного мозку та спинного мозку. Скупчення сірої речовини в білій речовині півкуль – це ядра, які в сукупності утворюють ***підкірку***. Тут розташовані підкіркові центри нервової діяльності.

Закріпимо знання про будову головного мозку, виконавши лабораторне дослідження.

ЛАБОРАТОРНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ

Вивчення будови головного мозку (за муляжами, моделями, пластинчастими препаратами)

Обладнання та матеріали: розбірні моделі головного мозку людини, муляжі.

1. Розділіть модель головного мозку на дві половини. Знайдіть мозолисте тіло.
2. На одній з половин моделі знайдіть стовбур головного мозку та його складові: довгастий мозок, міст і середній мозок.
3. Знайдіть на моделі мозочок. Розгляньте в ньому розміщення сірої та білої речовини.
4. На моделі півкуль кінцевого мозку знайдіть борозни, звивини, а також частки головного мозку.
5. Знизу моделі головного мозку знайдіть місце, від якого відходять черепно-мозкові нерви.

✿ ***Ключові терміни і поняття:*** **проміжний мозок, таламус, гіпоталамус, кінцевий (великий) мозок, півкулі головного мозку, зони кори півкуль.**

УЗАГАЛЬНИМО ЗНАННЯ

- Передній мозок складається з проміжного та кінцевого (великого). Основними структурами проміжного мозку є таламус і гіпоталамус. Кінцевий мозок є найбільш розвиненим відділом головного мозку в людини. Він складається з правої та лівої півкуль, які сполучені за допомогою мозолистого тіла. Поверхня півкуль укрита сірою речовиною, яка утворює кору. Під корою розташована біла речовина, в якій є ядра, що разом утворюють підкірку.
- Кора вкрита звивинами, які розділені борознами. Найглибші борозни ділять кору на частки, в яких розташовані чутливі, рухові та асоціативні зони.

ПЕРЕВІРТЕ ТА ЗАСТОСУЙТЕ ЗДОБУТІ ЗНАННЯ

Дайте відповідь на запитання

1. Яка будова та функції проміжного мозку? 2. Де у кінцевому мозку розміщена сіра та біла речовини? 3. Яка будова великих півкуль головного мозку? 4. Яка будова кори великих півкуль? 5. Що таке зони кори великих півкуль? Які їхні функції?

Виберіть одну правильну відповідь

1. Укажіть частку півкуль великого мозку, в якій розташований слуховий центр: а) лобова; б) потилична; в) скронева; г) тім'яна.
2. Укажіть частину центральної нервової системи, від якої залежить складність психічної діяльності людини: а) таламус; б) гіпоталамус; в) спинний мозок; г) півкулі кінцевого мозку.
3. Яке значення мають борозни і звивини кори півкуль головного мозку людини: а) захищають структури головного мозку від травм; б) збільшують площу кори головного мозку; в) поліпшують газообмін головного мозку; г) поліпшують кровопостачання головного мозку.

ОБГОВОРІТЬ У ГРУПАХ. I група. Розкрийте особливості будови проміжного мозку та його значення. II група. Розкрийте особливості будови кінцевого мозку та його значення.

ПОМІРКУЙТЕ. Як можна встановити, за які функції відповідають певні ділянки кори великих півкуль?

ТВОРЧЕ ЗАВДАННЯ. Складіть таблицю «Нервові зони кори великих півкуль та їхні функції».

§ 39. СОМАТИЧНА ТА ВЕГЕТАТИВНА НЕРВОВА СИСТЕМА

Пригадайте особливості будови нервової та опорно-рухової систем. Що таке рухові, чутливі та вставні нейрони, нервові центри? Які нерви належать до спинномозкових?

Які функції соматичної нервової системи? Ви вже знаєте, що за функціональними властивостями нервову систему поділяють на соматичну і вегетативну (або автономну). Соматична нервова система охоплює ті відділи центральної і периферичної нервової системи, які іннервують опорно-руховий апарат і забезпечують чутливість нашого тіла (дотикову, больову, температурну).

ЗАПАМ'ЯТАЙТЕ! Соматична нервова система виконує такі функції:
- збирає інформацію від органів чуття і спрямовує її до центральної нервової системи;
- передає нервові імпульси від центральної нервової системи до скелетних м'язів, керуючи різноманітними рухами нашого тіла.

Пригадайте: виконання людиною різноманітних рухів пов'язане з роботою рухових нейронів. Ці нервові клітини з довгим аксоном передають сигнали із центральної нервової системи до робочих органів, зокрема до скелетних м'язів. Рухові нейрони розташовані в різних ділянках центральної нервової системи: тіла одних містяться в головному мозку (наприклад, у руховій зоні кори великих півкуль мозку і ядрах стовбура головного мозку). Тіла інших – у передніх рогах спинного мозку, їхні аксони відповідно входять до складу спинномозкових нервів.

Існує два види рухових функцій: підтримання пози і власне рух. У природних умовах відділити їх одну від одної неможливо. Так, у здійсненні цілеспрямованих рухів руки або ноги беруть участь не лише рука чи нога, а й увесь тулуб. Саме тулуб спочатку повинен набути певного положення (пози). З іншого боку, для підтримання пози потрібно, щоб у відповідь на будь-які впливи, що порушують цю позу, відбувалися відповідні компенсаторні рухи.

ЦІКАВО ЗНАТИ! Як вчаться ходити діти? Спочатку вони відривають свою руку від руки матері, потім зупиняються, намагаються всім тілом встановити рівновагу. Під час виконання цієї вправи задіяні м'язи всього тіла дитини, особливо рук і ніг. Потім перший крок! Далі діти вдосконалюють свої рухи, часто допомагаючи руками утримувати рівновагу.

Як регулюються рухи? Усі рухи (мимовільні та довільні), які організм здійснює для задоволення своїх потреб, регулюють структури центральної нервової системи. У регуляції простих рефлексів пози та окремих рухів відіграють роль відповідні структури, розташовані в спинному мозку. Складні рухи забезпечують вищі рухові центри, розташовані в мозочку, середньому мозку, підкіркових ядрах і корі великих півкуль кінцевого мозку. Кожен із цих центрів регулює відповідні рухи.

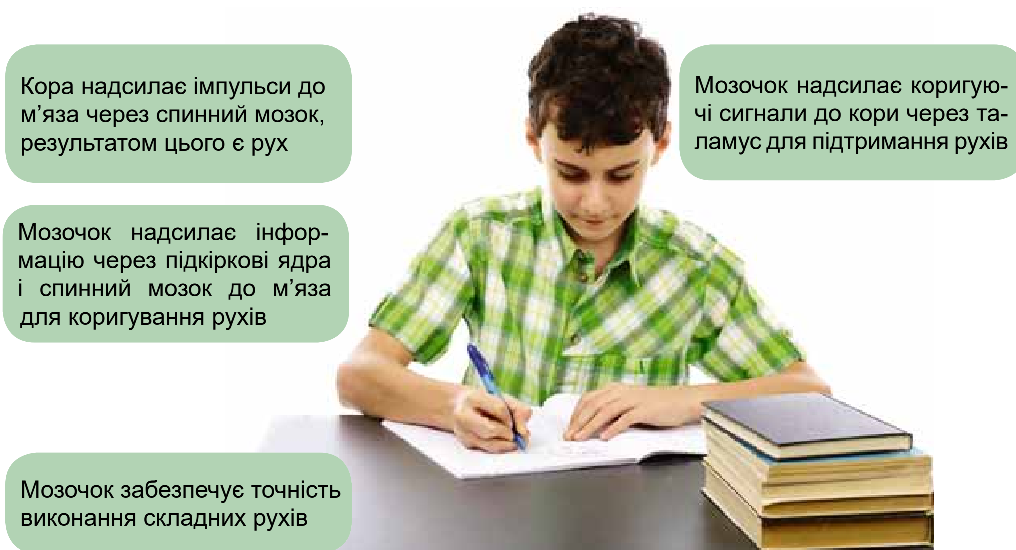
Ви вже знаєте, що міст, мозочок і середній мозок регулюють напруження (тонус) скелетних м'язів, переважно тих, які протидіють силі гравітації (розгиначі ніг, м'язи спини), а мозочок відіграє важливу роль у регулюванні рівноваги тіла, координації рухів тощо.

ЗАПАМ'ЯТАЙТЕ! Нервова регуляція рухової активності забезпечується майже всіма відділами центральної нервової системи: від спинномозкових до рухових зон кори кінцевого мозку. Наприклад, ви щодня берете в руки ручку і записуєте певний текст. При цьому ви виконуєте низку складних довільних рухів. *Проаналізуйте схему, зображену на малюнку 150.*

Програми довільних рухів закладені в асоціативних зонах кори та підкіркових ядрах. Частина програм вроджена, інші – набуті. Спочатку чутливі нейрони передають сигнал про стан скелетно-м'язової системи від рецепторів м'язів, сухожиль, суглобів, шкіри, зору, слуху та рівноваги через таламус (як ви пригадуєте, це частина проміжного мозку) до рухової зони кори головного мозку. Далі руховий нейрон від кори півкуль посилає сигнал на рухові нейрони спинного мозку, а ті, у свою чергу, впливають на м'яз, результатом чого є рух.

Здоров'я людини. Людина може удосконалювати довільні рухи в результаті тренування: учень початкових класів із часом поліпшує своє письмо, виробляє свій почерк, який стає індивідуальним.

Якщо людина з самого народження перебуває в постійному русі (ходіння, бігання тощо), це є запорукою її здоров'я. Головний мозок людини має здатність усе фіксувати, зокрема й потребу у виконанні різних фізичних вправ. Тому намагайтеся закласти в мозок інформацію про регулярне виконання фізичних вправ, які стануть потребою. Якщо в підлітковий період зменшується рухливість, із часом це стане однією з причин різноманітних захворювань.



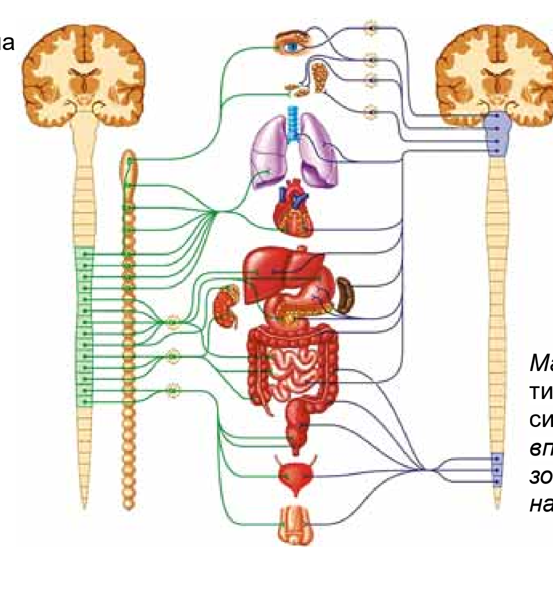
Мал. 150. Схема регуляції довільних рухів людини

Які функції вегетативної нервової системи? До вегетативної (автономної) нервової системи належать усі відділи, які регулюють діяльність внутрішніх органів, непосмугованих м'язів судин, кишечнику, різних залоз, а також серця. Таким чином, вона регулює процеси обміну речовин нашого організму.

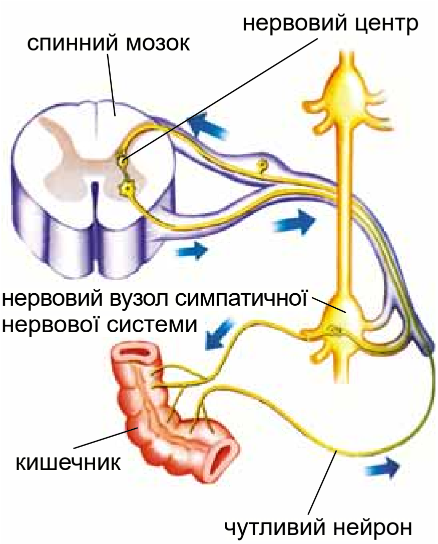
ЗАПАМ'ЯТАЙТЕ! Основною функцією вегетативної (автономної) нервової системи є підтримання гомеостазу – динамічної сталості внутрішнього середовища організму. Її діяльність не підпорядкована свідомості, хоча й регулюється з боку спинного та головного мозку. Завдяки цій властивості життєво важливі органи (серце, кровоносні судини, шлунок, легені та ін.) не припиняють виконувати свої функції навіть тоді, коли людина непритомніє.

Як відбувається нервова регуляція роботи внутрішніх органів? Вегетативна нервова система складається з нервових центрів, розташованих у головному та спинному мозку, а також нервів, які відходять від центральної частини нервової системи, їхніх сплетінь і нервових вузлів. За особливостями будови та функцій вегетативну нервову систему поділяють на *симпатичну* та *парасимпатичну* частини. Імпульси, що від них надходять, зазвичай протилежно впливають на роботу певного органа. Так, якщо симпатична частина стимулює діяльність серця, то парасимпатична, навпаки, гальмує. Секреція шлункового соку стимулюється під впливом нервових імпульсів, які надходять від парасимпатичної частини, а симпатична частина, навпаки, цей процес уповільнює. Слід зазначити, що певні органи (кровоносні судини, потові залози, м'язи – піднімачі волосся) перебувають лише під контролем симпатичної частини вегетативної нервової системи (мал. 151).

ЗАПАМ'ЯТАЙТЕ! Особливостями іннервації, яку здійснюють симпатична і парасимпатична частини вегетативної (автономної) нервової системи, є те, що вона здійснюється за участі двох нейронів. Тіло одного з них (*першого*) входить до складу нервових центрів центральної нервової системи, тіло *другого* – за її межами.



Мал. 151. Схема будови вегетативної (автономної) нервової системи. ***Завдання***. *Укажіть, як впливають на роботу органів зображені на малюнку симпатична та парасимпатична нервова система*



Мал. 152. Схема регуляції внутрішніх органів (на прикладі кишечнику). ***Завдання***. *Поясніть шлях регуляції роботи кишечнику*

Центри симпатичної частини розташовані у бічних рогах сірої речовини грудного та поперекового відділів спинного мозку (мал. 152). Там є тіла нейронів, від яких відходять відростки. Ці відростки прямують до нервових вузлів двох симпатичних стовбурів, які тягнуться по обидва боки хребта: від основи черепа до крижової частини хребта. Там є тіла інших нейронів. Таким чином, тіла інших нейронів симпатичних нервових вузлів автономної нервової системи віддалені від тих органів, які вони іннервують. Тому такі нейрони зазвичай мають дуже довгі відростки (аксони) (мал. 152).

Центри парасимпатичної нервової системи розташовані у нервових центрах стовбурової частини головного мозку та у крижовій частині спинного. У цих нервових центрах розміщені тіла перших нейронів. Від них відходить кілька пар довгих нервів, які прямують до парасимпатичних нервових вузлів, де є тіла інших нейронів. На відміну від симпатичних нервових вузлів, парасимпатичні розташовані поблизу або у товщі органів, які вони іннервують.

Симпатична та парасимпатична частини вегетативної нервової системи взаємодіють між собою. Загальний контроль функцій вегетативної системи здійснює кора великих півкуль головного мозку (лобова частка) та певні підкіркові структури. Отже, вегетативна нервова система забезпечує цілісне реагування організму на зміни, що відбуваються у довкіллі та внутрішньому середовищі самого організму.

Більшість органів іннервується як симпатичним, так і парасимпатичним відділами автономної нервової системи, що діють на органи протилежно (*див. таблицю 11*).

Таблиця 11

Вплив симпатичного та парасимпатичного відділів автономної нервової системи на діяльність деяких органів

Органи та функції	**Автономна нервова система**	
	симпатичний відділ	**сарасимпатичний відділ**
Серце	Прискорює і підсилює його скорочення	Уповільнює його скорочення
Кровоносні судини	Звужує	Розширює (у певних органах)
Кров’яний тиск	Підвищує	Знижує
Дихання	Прискорює	Сповільнює
Зіниці ока	Розширює	Звужує

Продовження таблиці 11

Органи та функції	Автономна нервова система	
	симпатичний відділ	**парасимпатичний відділ**
Залози: слинні, травні шлунка і кишечнику	Зменшує виділення слини і травного соку	Збільшує виділення слини і травного соку
Рухова активність шлунка і кишечнику	Уповільнює	Підсилює
Шкіра	Посилює потовиділення	Не діє

Завдання. *Користуючись даними таблиці 11, схарактеризуйте функції симпатичного і парасимпатичного відділів автономної нервової системи.*

Симпатичний відділ автономної нервової системи посилює діяльність організму в умовах, що потребують мобілізації фізичних, розумових та емоційних зусиль, а парасимпатичний – забезпечує відновлення ресурсів, витрачених під час роботи.

✿ ***Ключові терміни і поняття:*** **соматична та вегетативна (автономна) нервова система, симпатичний і парасимпатичний відділи вегетативної нервової системи.**

УЗАГАЛЬНИМО ЗНАННЯ

● Рухова активність людини регулюється різними відділами соматичної нервової системи: від спинного мозку до кори великих півкуль головного мозку. Довільні рухи забезпечує кора великих півкуль. Вегетативну (автономну) нервову систему поділяють на симпатичний і парасимпатичний відділи, що протилежно діють на роботу певного органа. Вона забезпечує регуляцію діяльності всіх внутрішніх органів людини. Діяльність автономної нервової системи не залежить від свідомості людини.

ПЕРЕВІРТЕ ТА ЗАСТОСУЙТЕ ЗДОБУТІ ЗНАННЯ

Дайте відповідь на запитання

1. Що таке соматична нервова система? 2. Які нейрони називають руховими? 3. Яка роль кори великих півкуль у регуляції рухової активності людини? 4. Яку функцію виконує вегетативна (автономна) нервова система? З яких відділів вона складається? 5. Які особливості функціонування автономної нервової системи?

Виберіть одну правильну відповідь

1. Укажіть структури нервової системи, які відповідають за регуляцію координації рухів: а) довгастий мозок; б) міст; в) середній мозок; г) мозочок.

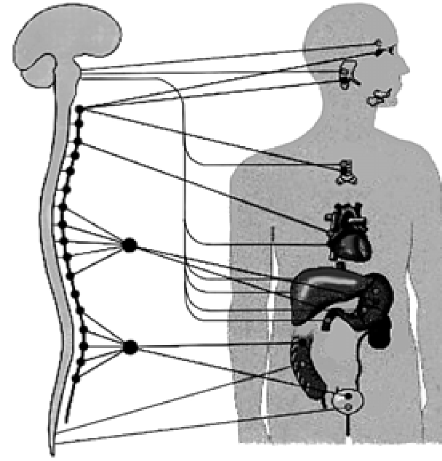
2. Укажіть сегменти спинного мозку, в яких розміщена центральна частина симпатичного відділу автономної нервової системи: а) шийні та грудні; б) тільки шийні; в) грудні та поперекові; г) поперекові та крижові.

3. Укажіть складові головного мозку та сегменти спинного мозку, в яких розміщена центральна частина парасимпатичного відділу автономної нервової системи: а) передній мозок; б) тільки стовбур головного мозку; в) у стовбурі головного мозку та крижових сегментах спинного мозку; г) у грудних і поперекових сегментах спинного мозку.

4. Укажіть нейрони автономної нервової системи, тіла яких входять до складу центральної нервової системи: а) тільки перших; б) тільки других; в) як перших, так і других; г) тіла нейронів автономної нервової системи до складу центральної нервової системи не входять.



Мал. 153. Результати спортивної ходьби з палицями



Мал. 154. Органи, які іннервує автономна нервова система

ОБГОВОРІТЬ У ГРУПАХ. І група. Розкрийте особливості будови та функціонування соматичної нервової системи. ІІ група. Опишіть регуляцію рухів людини на конкретному прикладі. ІІІ група. Опишіть вплив автономної нервової системи на діяльність конкретного органа.

ПОМІРКУЙТЕ! Чому в дітей, коли вони вчаться ходити, рухи недостатньо скоординовані? Чому в літніх людей іноді порушується координація рухів?

ТВОРЧЕ ЗАВДАННЯ

1. На малюнку 153 позначено вплив на організм людини спортивної ходьби з палицями. Цей вид фізичної активності поширений у народів скандинавських країн (фінів, шведів та інших). Історично його коріння походить від пастухів і паломників, які використовували палиці. Назвіть результати ходіння з палицями. Чому людина досягає таких результатів?
2. Користуючись малюнком 154, назвіть органи, які іннервує симпатичний відділ автономної нервової системи.

§ 40. ПРОФІЛАКТИКА ЗАХВОРЮВАНЬ НЕРВОВОЇ СИСТЕМИ

Пригадайте, що таке кора. Що таке інсульт, параліч, віруси?

Які трапляються порушення діяльності нервової системи людини? Причинами порушень діяльності нервової системи можуть бути різні зовнішні впливи: механічні травми та електричне ураження центральних і периферичних структур нервової системи (пошкодження спинного мозку, струс головного мозку, руйнування нервів), перегрівання та переохолодження організму (запалення нервів, оболонок спинного та головного мозку), інфекційні захворювання, спричинені вірусами, бактеріями тощо (енцефаліт, менінгіт), дія різних отрут. Їх можуть спричинити й порушення нормального функціонування організму: погіршення або припинення кровопостачання певної ділянки нервової системи, голодування, нестача

вітамінів, особливо групи В. Порушення узгодженості між симпатичною і парасимпатичною нервовою системою може призвести до запаморочень.

ЦІКАВО ЗНАТИ! Деякі білкові молекули, які зазнали певних змін – ***пріони***, здатні спричиняти смертельно небезпечні захворювання нервової системи. Людина може заразитися під час вживання м'яса та м'ясних виробів, що містять пріони.
Поліневрит – множинне запальне ураження периферичних нервів.

Здоров'я людини. Нестача кисню теж згубно впливає на функціонування нервової системи, що виявляється в загибелі нейронів, порушенні зв'язків між ними та уповільненні рефлексів. Ось чому людині, особливо дітям, потрібні прогулянки, ігри та заняття спортом на свіжому повітрі. Така діяльність також необхідна для відпочинку нервової системи під час розумових та емоційних навантажень.

Украй негативно впливають на нервову систему вживання алкоголю, наркотиків, куріння. Алкоголь, руйнуючи мембрани нейронів, призводить до загибелі частини нервових клітин, зокрема кори головного мозку та мозочка, порушує проведення нервового імпульсу по нервах, передачу нервових імпульсів від нервів до м'язів. У результаті погіршується координація рухів, слабшають кінцівки, виникає тремтіння м'язів, настає розумова неповноцінність.

Нікотин у складі тютюнового диму спричиняє спазми судин головного та спинного мозку, порушуючи кровопостачання цих структур.

Наркотики, маючи збуджувальну або снодійну дію, дуже швидко виснажують нервову систему та організм у цілому, спричиняють фізичні та психічні розлади, порушення нюхової, смакової, зорової та інших видів чутливості.

Найпоширенішими порушеннями діяльності нервової системи є **неврози**. Вони характеризуються нав'язливими, істеричними розладами психіки, а також тимчасовим зниженням розумової та фізичної працездатності. Спричиняють неврози тривалі сильні негативні емоції, пов'язані з труднощами в навчанні, проблемами в сім'ї. За своїм проявом неврози поділяють на кілька форм: неврастенію, істерію, психастенію.

Неврастенія розвивається внаслідок перевтоми, недоїдання, отруєння наркотиками, хронічних інфекцій тощо. Це захворювання зазвичай пов'язане з перенапруженням гальмівних процесів, тобто здатності стримуватися, володіти собою. Тому для неврастеніків характерною є підвищена дратівливість і збудливість, гарячкуватість, нестерпність до заперечень, метушливість. Вони швидше стомлюються під час виконання роботи, особливо розумової. У них бувають часом апатія, головний біль, запаморочення, розлади сну. У хворого різко виражені вегетативні реакції: він то червоніє, то стає блідим, кінцівки холонуть, виникають відчуття свербіння шкіри тощо.

Істерія характеризується переважанням емоцій над розумом (підкіркової діяльності над діяльністю кори великих півкуль). Тому в істериків невідповідна (неадекватна) реакція на зовнішні подразники. Типовим проявом цього захворювання є істеричний напад, що виникає як реакція навіть на незначну неприємність. Під час нападу хворий плаче або сміється, може навіть впасти. Настрій у таких людей нестійкий. Слабкість нервових процесів зумовлює підвищену здатність до навіювання і самонавіювання.

Психастенія, або ***невроз нав'язливих станів,*** проявляється нерішучістю, невпевненістю у своїх силах. Цей стан багато в чому протилежний істерії. Характеризується сильним переважанням кори кінцевого мозку над емоційними центрами. У таких людей збіднені емоції та захоплення,

образне мислення, постійне відчуття неповноцінності життя, схильність до сумнівів, нерішучість у діях, невпевненість у собі. Їм важко приймати будь-яке рішення, вони нескінченно аналізують свої вчинки. У свідомості хворої людини виникають настирливі спогади, страхи, бувають і нав'язливі дії. Виникають постійні сумніви щодо правильності вчинків, страх самотності, темряви, катастроф. Такий стан у легкій формі може виникнути й у здорової людини в разі перевтоми.

Стійкі неврози можуть згодом перерости у **психози**, пов'язані з пошкодженням структур центральної нервової системи. Вони часто супроводжуються маренням, галюцинаціями тощо. При цьому психічні реакції хворої людини не відповідають реальній ситуації.

Здоров'я людини. Якщо є підозра на психастенію, дитині важливо дати можливість відпочити, стежити за дотриманням режиму сну (лягати спати о 22.00 і вставати о 7.00), перед сном бажані прогулянки, рекомендована легка фізична праця, спорт. Сильні прояви невротичних станів потребують детального обстеження і лікування. Якщо ви спостерігаєте надмірне перевантаження своєї нервової системи, зверніться до шкільного психолога, який вислухає вас і надасть кваліфіковану допомогу.

Які є заходи профілактики захворювань нервової системи? Ви вже знаєте, що будь-якій хворобі легше запобігти, ніж потім лікувати. Тому знання симптомів і наслідків хвороби є основним способом профілактики. Часто для відновлення функціонального стану нервової системи й організму достатньо збільшити час активного відпочинку, змінити умови, усунути причини виникнення цих станів. Найефективнішими і найнадійнішими способами зняти психологічне напруження, яке часто виникає в підлітків, є захоплення творчістю, музикою, туризмом, фізичною культурою і спортом. Важливо, щоб життя було заповнене потрібною й цікавою діяльністю, яка б забезпечувала нормальне життя і давала духовне задоволення.

✿ *Ключові терміни і поняття:* **неврастенія, істерія, психастенія, неврози, психози.**

УЗАГАЛЬНИМО ЗНАННЯ

- Найпоширенішими порушеннями діяльності нервової системи, особливо в дітей, є неврози. Причиною виникнення неврозів у людини є перенапруження функцій нервових клітин кори головного мозку. Основними чинниками, що спричиняють неврози, є тривалі, сильні негативні емоції, пов'язані з труднощами в навчанні, вихованням у сім'ї. За своїм проявом неврози поділяють на: неврастенію, невроз нав'язливих станів, істерію.

ПЕРЕВІРТЕ ТА ЗАСТОСУЙТЕ ЗДОБУТІ ЗНАННЯ

Дайте відповідь на запитання

Які функціональні порушення нервової системи ви знаєте? Як вони впливають на здоров'я людини? Які профілактичні заходи щодо запобігання їм вам відомі?

Виберіть одну правильну відповідь

1. Укажіть один із видів неврозу, в основі якого є переважання емоцій над розумом (підкіркової діяльності над корою кінцевого (великого) мозку): а) неврастенія; б) істерія; в) психастенія.
2. Позначте тривалість сну (у годинах), яка зазвичай є достатньою для відновлення сил учня: а) 6; б) 7; в) 8; г) 9.

ОБГОВОРІТЬ У ГРУПАХ. Запропонуйте профілактичні заходи щодо запобігання неврозам.

ПОМІРКУЙТЕ. Яких заходів потрібно вжити, якщо в дитини приступ істерики?

ТВОРЧЕ ЗАВДАННЯ. Складіть свій розпорядок дня на тиждень.

САМОКОНТРОЛЬ ЗНАНЬ З ТЕМИ

Виберіть одну правильну відповідь

1. Укажіть, чим утворена кора великих півкуль: а) тілами нейронів та їхніми короткими відростками; б) короткими відростками нейронів; в) довгими відростками нейронів; г) довгими та короткими відростками нейронів.

2. Укажіть речовину, з якої утворена підкірка півкуль головного мозку: а) лише біла речовина; б) лише сіра речовина; в) скупчення сірої речовини в білій; г) скупчення білої речовини в сірій.

3. Укажіть складові центральної нервової системи: а) головний мозок, спинномозкові нерви; б) спинний мозок, черепно-мозкові нерви; в) головний мозок, спинний мозок; г) спинний мозок, спинномозкові нерви.

4. Виберіть ряд складових переднього мозку: а) довгастий мозок, міст, мозочок, проміжний мозок; б) довгастий мозок, міст, середній мозок; в) довгастий мозок, середній мозок, мозочок, проміжний мозок; г) проміжний мозок, кінцевий мозок.

5. Укажіть нервові центри, які містяться в скроневій частці кінцевого мозку: а) зорові; б) слухові; в) рухові; г) нюхові.

6. Укажіть нервові центри, які розміщені в потиличній частці головного мозку: а) слухові; б) рухові; в) зорові; г) нюхові.

7. Позначте ділянку головного мозку, в якій розміщено центр координації рухів: а) довгастий мозок; б) міст; в) проміжний мозок; г) мозочок.

8. Виберіть складові периферичної нервової системи: а) стовбур головного мозку; б) передній мозок; в) спинний мозок; в) черепно-мозкові нерви.

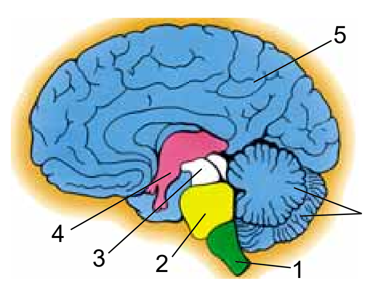
9. Укажіть складову головного мозку, в якій міститься гіпоталамус: а) довгастий мозок; б) міст; в) середній мозок; г) проміжний мозок.

10. Укажіть розбіжності між будовою та функціями симпатичної та парасимпатичної частин вегетативної (автономної) нервової системи людини: а) розташування їхніх центрів; б) симпатичні нервові вузли складаються з білої речовини, а парасимпатичні – із сірої; в) парасимпатичні нервові вузли складаються з білої речовини, а симпатичні – із сірої; г) тіла других симпатичних нейронів розміщені безпосередньо біля або всередині органів, які вони іннервують.

Утворіть логічні пари

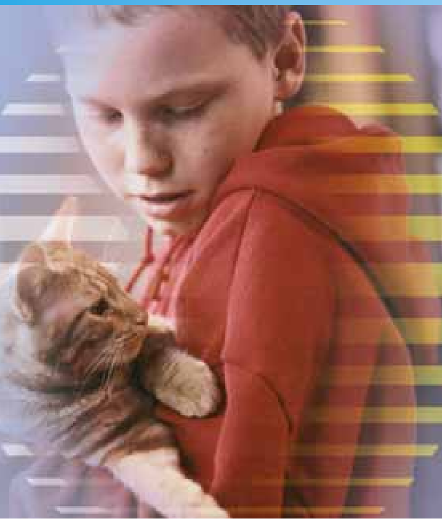
11. Установіть відповідність між складовими головного мозку (цифри на малюнку) та їхніми назвами.

А кінцевий мозок
Б проміжний мозок
В довгастий мозок
Г міст
Д середній мозок



Поміркуйте

12. Ще в стародавні часи анатоми називали довгастий мозок «життєвим вузлом». Аргументовано підтвердьте або спростуйте цю точку зору.



Тема 8

ЗВ'ЯЗОК ОРГАНІЗМУ ЛЮДИНИ ІЗ ЗОВНІШНІМ СЕРЕДОВИЩЕМ. СЕНСОРНІ СИСТЕМИ

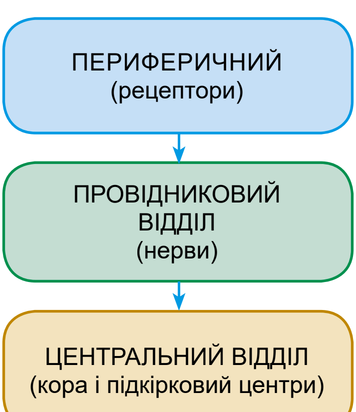
Людину оточує дивовижний світ, багатий на барви, звуки, запахи. Як людина сприймає їх та одержує повну картину навколишньої дійсності?

§41. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА СЕНСОРНИХ СИСТЕМ ОРГАНІЗМУ ЛЮДИНИ

Пригадайте, що таке рецептори. Які нерви називають чутливими, а які – руховими? Де розташовані нервові центри в корі кінцевого мозку?

Що таке сенсорні системи і як вони працюють? Наш мозок безперервно одержує інформацію про всі зміни навколишнього середовища, а також про стан внутрішнього середовища організму. Забезпечують сприйняття, передачу та аналіз цієї інформації сенсорні системи. Їх також називають *аналізаторами*.

Сенсорна система – це сукупність органів чуття з рецепторами і структур центральної та периферичної нервової системи, які сприймають й аналізують різні подразники зовнішнього та внутрішнього середовища. У сенсорній системі розрізняють три відділи: периферичний, провідниковий і центральний (мал. 155).



Мал. 155. Схема загальної структури сенсорних систем

Периферичний відділ складається з рецепторів, які сприймають певний вид подразнення. Ці рецептори входять до складу відповідного органа чуття або розташовані у тканинах. ***Провідниковий відділ*** утворюють чутливі нерви, які відходять від рецепторів, та ядра стовбура мозку. По них нервові імпульси передаються до центрального відділу сенсорної системи. ***Центральний відділ*** – це певні ділянки центральної нервової системи (кори і підкіркових центрів головного мозку), де аналізуються подразнення і формуються відчуття. У цьому відділі також формується відповідь на подразнення, які надходять від рецепторів.

ЗАПАМ'ЯТАЙТЕ! Сенсорні системи забезпечують пристосувальні реакції організму у відпо-

відь на дію подразників зовнішнього та внутрішнього середовища. Ушкодження будь-якого відділу сенсорної системи призводить до втрати здатності розрізняти певні подразнення.

Які є типи рецепторів? Як ви пригадуєте, ***рецептори*** – особливі чутливі утвори, що сприймають подразники зовнішнього і внутрішнього середовища й перетворюють їх на нервові імпульси. Рецепторами можуть бути нервові закінчення в тканинах або спеціалізовані клітини, що входять до складу різних органів чуття. Кожен вид рецепторів сприймає тільки один тип подразників. Розрізняють такі рецептори:

- *механорецептори* – сприймають різні механічні подразники зовнішнього та внутрішнього середовища; входять до складу органів слуху, рівноваги, шкіри, опорно-рухового апарату, внутрішніх органів тощо;
- *хеморецептори* – сприймають вплив різних хімічних сполук; до них належать рецептори смаку, нюху, а також ті, що розташовані в тканинах і стінках кровоносних і лімфатичних судин тощо;
- *фоторецептори* – сприймають дію світлових променів; входять до складу органа зору;
- *терморецептори* – сприймають зміни температури зовнішнього та внутрішнього середовища; розташовані в шкірі та внутрішніх органах;
- рецептори, що відповідають за больові відчуття ***(ноцицептори)***, дають змогу своєчасно сприймати порушення в роботі внутрішніх органів або певні небезпечні впливи чинників зовнішнього середовища.

Як функціонують рецептори? Сукупність рецепторів, пов'язаних з певним нейроном центральної нервової системи, утворює *рецепторне поле*. Аби рецептори сприйняли певний подразник, потрібно, щоб він подіяв на них з певною силою. Так, орган слуху людини може сприймати звукові хвилі із частотою не менше ніж 16 і не більш як 20 000 коливань за секунду. При цьому різні рецептори, що входять до складу рецепторного поля, мають різний поріг чутливості до дії подразника (так, одні рецептори в органі слуху людини здатні сприймати низькі звуки, інші – високі).

ЗАПАМ'ЯТАЙТЕ! Фізіологічна роль рецепторів полягає в тому, що вони перетворюють одні форми енергії подразників: фізичну (механічну, теплову та ін.) або хімічну на електричну енергію нервових імпульсів. Далі ці імпульси передаються по чутливих нейронах у певні зони кори великих півкуль кінцевого мозку. Там інформація, що надходить від рецепторів, відбивається у свідомості людини у вигляді суб'єктивних образів – відчуттів, відтворень і уявлень. У головному мозку збудження, які надходять від органів чуття, аналізуються, від нього також надсилаються сигнали органам, які відповідають за виконання певних функцій. Наприклад, побачивши на дорозі гострий предмет, людина його обходить, почувши дзвінок телефона, реагує на нього.

Для всіх типів рецепторів характерне явище адаптації, тобто пристосування до тривалої дії подразника. Якщо подразник діє довго, поріг чутливості сенсорної системи знижується. Так, людина, яка приїхала після тривалого перебування на природі (наприклад, у лісі) до міста, спочатку дуже чутлива до шумів (руху транспорту, гучних розмов людей), але через певний час такий шум привертає дедалі менше її уваги. Зорові рецептори

досить швидко здатні адаптуватися як до яскравого освітлення, так і до затемнення. Найгірше адаптуються до подразнення больові рецептори.

Якщо на сенсорну систему певний подразник діє періодично і при цьому з кожним разом сила його дії поступово збільшується, зростає її чутливість. Наприклад, фахівці-кулінари краще за людей інших професій розпізнають якість їжі, водії – розрізняють за звуком двигуна, що працює, його стан тощо. Але слід зазначити, що чутливість сенсорних систем до дії певних подразників можна підвищувати лише до певної межі, багато в чому ця здатність визначається спадково.

Здоров'я людини. Завдяки адаптаційним механізмам, закладеним в організмі кожної людини, ми здатні за допомогою тривалих вправ підвищувати функціональні можливості сенсорних систем. Так тренують свій слух музиканти, відчуття кольору – художники, смак і запахи – спеціалісти-дегустатори та інші.

Які є типи сенсорних систем? Відповідно до різних типів рецепторів існують і різні сенсорні системи. У людини розрізняють такі основні сенсорні системи: зорову, слухову, смакову, дотикову та нюхову. До периферичної частини сенсорної системи входять і відповідні органи чуття: очі (сприймають світлові подразники), вуха (звукові), язик (смакові), ніс (запахи), орган рівноваги (контроль за положенням у просторі) та ін.

Усі сенсорні системи організму людини пов'язані між собою, особливо в корі головного мозку, численними нервовими зв'язками. Тому різні сенсорні системи здатні до *взаємодії* та *взаємокомпесації*. Унаслідок цього подразнення рецепторів однієї із сенсорних систем формує відчуття, що забезпечують інші. Наприклад, людина чує гавкіт собаки та уявляє її образ. Почувши запах горілого дерева, людина може уявити пожежу.

ЗАПАМ'ЯТАЙТЕ! У великих півкулях унаслідок взаємодії кіркових відділів різних сенсорних систем формується програма поведінки людини, оцінка певних дій тощо.

Біологічне значення явища взаємокомпенсації сенсорних систем полягає в тому, що в разі ушкодження однієї з них (унаслідок хвороби або травми), підвищується чутливість до дії подразників інших. Так, сліпі люди краще здатні розпізнавати звуки, запахи, у них підвищена дотикова чутливість тощо (мал. 156).



Мал. 156. Незрячі люди сприймають текст на дотик. Цей рельєфно-крапковий шрифт розробив француз Луїс Брайль

✿ *Ключові терміни і поняття:* **рецептори, сенсорна система, аналізатори.**

УЗАГАЛЬНИМО ЗНАННЯ

- Людина отримує об'єктивну інформацію про зміни зовнішнього і внутрішнього середовища організму за допомогою сенсорних систем (аналізаторів). Кожна сенсорна система сприймає тільки специфічний вид подразника. Усі сенсорні системи мають однакову загальну структуру: рецептори (периферичний відділ), провідні шляхи (провідниковий відділ), нервовий центр (центральний відділ). На базі отриманої інформації в людини формуються суб'єктивні відчуття і психічні процеси. Для рецепторів характерне явище адаптації, тобто пристосування до тривалої дії подразника, а для сенсорних систем – явища взаємодії та взаємокомпенсації.

ПЕРЕВІРТЕ ТА ЗАСТОСУЙТЕ ЗДОБУТІ ЗНАННЯ

Дайте відповідь на запитання

1. Дайте визначення поняття «сенсорні системи». 2. Які основні структурні елементи входять до складу всіх сенсорних систем? 3. Які сенсорні системи людини ви знаєте? 4. Що таке адаптація рецепторів? 5. У чому полягає взаємодія сенсорних систем?

Виберіть одну правильну відповідь

1. Укажіть відділ сенсорної системи, до складу якого входять рецептори: а) периферичний; б) центральний; в) провідниковий; г) гальмівний.
2. Укажіть сенсорну систему, до складу якої входять фоторецептори: а) смакова; б) слухова; в) зорова; г) нюхова.
3. Укажіть тип рецепторів, до яких належать рецептори смаку: а) механорецептори; б) хеморецептори; в) фоторецептори; г) терморецептори.

Установіть правильну послідовність передачі подразнення у сенсорних системах: а) нервовий центр кори кінцевого мозку; б) нервовий імпульс; в) рецептори; г) чутливий нерв.

ОБГОВОРІТЬ У ГРУПАХ. Назвіть типи сенсорних систем людини та подразники, які вони сприймають.

ПОМІРКУЙТЕ. Яке значення має явище взаємокомпенсації сенсорних систем?

§ 42. ЗОРОВА СЕНСОРНА СИСТЕМА ЛЮДИНИ

Пригадайте будову черепа людини. Які типи рецепторів притаманні організму людини? Які особливості будови та функціонування ока в різних груп хребетних тварин?

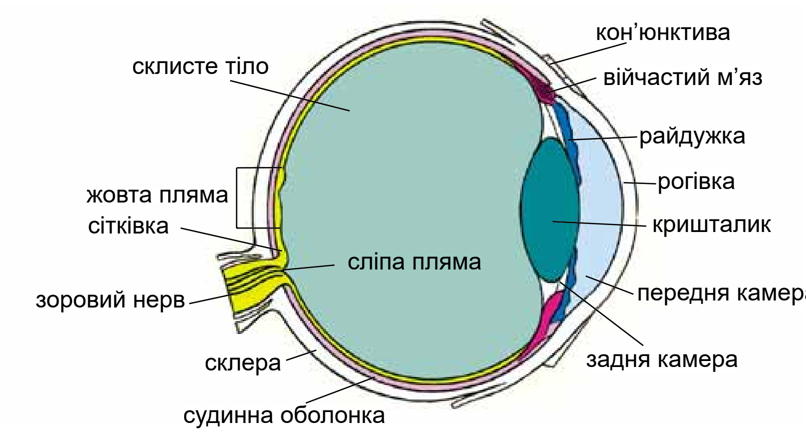
Що таке зір людини? Із чого складається зорова сенсорна система? Найінформативніша серед усіх сенсорних систем – **зорова**. За підрахунками вчених, близько 90 % усієї інформації про зовнішній світ ми отримуємо завдяки зору.

ЗАПАМ'ЯТАЙТЕ! **Зір** – це фізіологічний процес, який дає змогу сприймати ступінь освітленості, форму, розміри та кольори навколишніх предметів, відстань до них і, таким чином, орієнтуватись у довкіллі. Людина завдяки зору здатна читати, писати, сприймати інформацію з екранів телевізорів, моніторів комп'ютерів, виконувати складні роботи тощо.

Зорова сенсорна система включає око (орган, який сприймає світлові промені), зоровий нерв, підкіркові центри зору та зорову зону, розташовану в потиличній частці кори великих півкуль головного мозку.

Яка будова органа зору? ***Орган зору*** людини складається з очного яблука (ока) й допоміжного апарату. *Очне яблуко* розташоване в заглибленні лицьової частини черепа – очній ямці. Таке розташування ока певним чином захищає його від ушкоджень.

Очне яблуко становить собою надзвичайно складний і чутливий оптичний апарат (мал. 157). Його стінки складаються з трьох оболонок. Зовнішня оболонка – ***фіброзна*** – досить щільна й підтримує форму очного яблука (майже кулясту). Спереду вона утворює прозору і проникну для світла ***рогівку***. Її



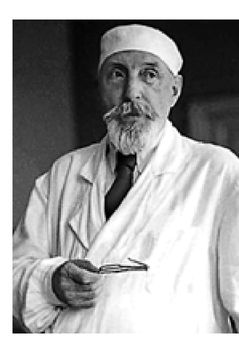
Мал. 157. Будова ока

інша частина є непрозорою і має назву ***склера***, або *білкова оболонка*. Прозора рогівка нагадує лінзу, що заломлює світло. Вона наче вставлена в передню частину склери (мал. 157). Саме через рогівку світло потрапляє до інших частин ока. На відміну від рогівки, склера для світла непроникна. Рогівка містить механорецептори, тому дотик до неї спричинює моргання.

ЗАПАМ’ЯТАЙТЕ! Моргання – безумовний рефлекс, спрямований на захист очей. Кліпаючи, ми зволожуємо очі, очищаємо від пилу рогівку, запобігаємо потраплянню сторонніх часточок під час раптових поривів вітру або потрапляння під дощ чи струмінь води. Часте моргання свідчить про те, що нашим очам некомфортно. Нерідко це сигнал загальної втоми.

ЦІКАВО ЗНАТИ! Рогівка добре відновлюється. Розрізи на ній можна зашивати, не порушуючи зору. Унаслідок деяких хвороб або в деяких людей літнього віку рогівка мутнішає. Так виникає більмо (полуда). До ока не потрапляє світло, і людина сліпне. Операцію з пересаджування рогівки перший у світі в 1924 р. запропонував видатний вітчизняний офтальмолог Володимир Петрович Філатов (1875–1956) (мал.158). Він працював в очній клініці при університеті в Одесі (1903–1936), а з 1936 р. організував і очолив Одеський інститут очних хвороб, якому й присвоєно його ім’я.

Середня оболонка ока – ***судинна***, пронизана густою сіткою кровоносних судин. Ці судини постачають очному яблуку поживні речовини. Крім того, судинна оболонка містить темний пігмент, який надає їй забарвлення. У судинній оболонці розрізняють власне судинну оболонку, війкове тіло та райдужку.



Мал. 158.
В.П. Філатов

Власне судинна оболонка забезпечує живлення різних частин ока. Передня її частина – *райдужка* – має вигляд вертикальної пластинки з круглим отвором у центрі. Райдужка дістала таку назву тому, що містить темний пігмент (меланін), який зумовлює колір очей: що більше пігменту, то темніший їхній колір. За незначної кількості пігменту колір райдужки сірий, зелений або блакитний, за великої – карий. Колір очей у людини визначається спадково.

У райдужці є отвір – *зіниця*, через який світло потрапляє всередину ока. Зіниця, подібно до діафрагми фотоапарата, може змінювати діаметр, регулюючи кількість світла, що потрапляє до світлочутливих клітин сітківки. Коли освітлення яскраве – зіниця звужується, у темноті вона розширюється. Діаметр зіниці змінюється внаслідок скорочення або розслаблення двох непосмугованих кільцевих м'язів райдужки.

ЦІКАВО ЗНАТИ! Діаметр зіниці змінюється і в результаті емоційних реакцій: за стану страху зіниця розширюється, а за гніву – звужується (*Пригадайте народний вислів «У страху очі великі»*).

Основна функція зіниці – захист світлочутливого апарату від руйнування сильним світлом і пристосування ока до зміни інтенсивності освітлення. Її діаметр змінюється рефлекторно й узгоджено в обох очах.

За райдужкою розташоване *війкове тіло*, більшу частину якого становить непосмугований війковий м'яз. Він утримує прозору капсулу, усередині якої розміщений *кришталик* у формі двоопуклої лінзи (мал. 157). Кришталик утворений напіврідкою прозорою речовиною.

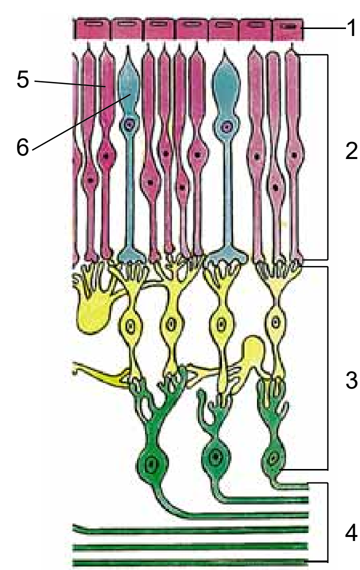
Здоров'я людини. Помутніння кришталика призводить до захворювання на ***катаракту***. Причиною виникнення катаракти можуть бути порушення обміну речовин, травми, надмірна робота за монітором комп'ютера. Лікування катаракти потребує хірургічного втручання з видаленням помутнілого кришталика та заміною його на штучний. Тепер таке оперативне втручання є безболісним завдяки лазерній хірургії.

Уся внутрішня порожнина ока заповнена *склистим тілом* – прозорою драглистою масою (мал. 157). Ця структура, так само як рогівка чи кришталик, здатна заломлювати світло й змінювати хід його променів в оці. Через склисте тіло світлові промені потрапляють на сітківку. Склисте тіло підтримує також тиск усередині ока.

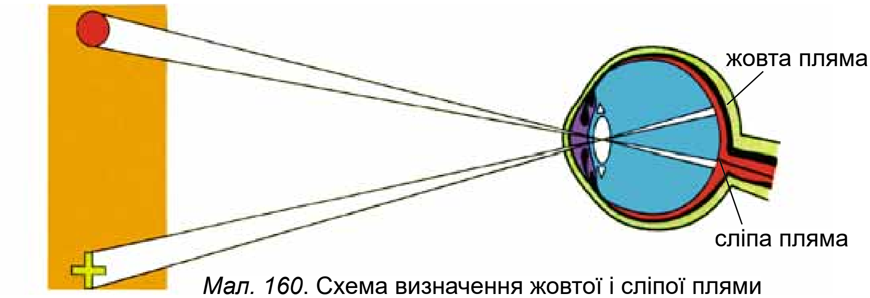
Око має дві порожнини – камери ока. Передня камера – це невеликий простір між рогівкою та райдужкою. Задня камера розташована між райдужкою та кришталиком (мал. 157). Через зіницю задня камера ока сполучається з передньою. Камери ока заповнені рідиною, яку утворює судинна оболонка ока.

ЗАПАМ'ЯТАЙТЕ! Структури ока, які забезпечують проходження променів світла, утворюють його *оптичну систему*. Структури ока, які сприймають світлові промені, – це *світлосприймальна система* ока.

Сітківка, або ***сітчаста оболонка***, вистеляє дно ока. Вона складається з двох листків. Зовнішній листок утворюють пігментні клітини, що містять чорний пігмент *фусцин*. Він поглинає світлові промені, усуваючи відблиски, що сприяє чіткішому зображенню предметів. Внутрішній листок містить світлочутливі рецептори (фоторецептори). Одні рецептори мають форму паличок, інші – колбочок (мал. 159). ***Палички***



Мал. 159. Будова сітківки: 1 – пігментні клітини; 2 – рецепторний шар; 3 – нейрони; 4 – волокна зорового нерва; 5 – палички; 6 – колбочки



Мал. 160. Схема визначення жовтої і сліпої плями

збуджуються під час дії світла малої інтенсивності. ***Колбочки*** пристосовані до сприйняття яскравого світла і кольорів.

Від ока відходить зоровий нерв. У місці його виходу немає ні паличок, ні колбочок. Це ***сліпа пляма*** (мал. 160). Предметів, зображення яких потрапляє на цю ділянку, ми не бачимо. Площа сліпої плями (в нормі) становить від 2,5 до 6 мм^2.

Збоку від сліпої плями, навпроти зіниці, є місце найбільш чутливого сприйняття світла – ***жовта пляма*** (мал. 160), де переважно розташовані колбочки. У нормі зображення завжди фокусується оптичною системою ока на жовтій плямі. При цьому предмети, які сприймаються периферичним зором, розрізняються гірше. Завдяки тому, що палички переважають на периферії сітківки, ми здатні бачити «куточком ока», що відбувається навколо нас.



Мал. 161. Приклад картки для демонстрації сліпої плями на сітківці ока

Сліпу пляму можна легко виявити за допомогою простого досліду (мал. 161).

ЛАБОРАТОРНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ

Виявлення сліпої плями на сітківці ока

Обладнання: картка для демонстрації сліпої плями на сітківці ока.

1. Прикрийте ліве око рукою або щільним папером і помістіть картку з малюнком на відстані приблизно 15 см від очей.
2. Дивіться правим оком тільки на хрестик, зображений на картці, і повільно то наближайте її до себе, то віддаляйте доти, доки не зникне один із трьох кружечків. Чим пояснюється це явище?
3. Повторіть дослід, прикривши праве око, фіксуючи погляд на кружечку.
4. Зробіть висновок, відповівши на запитання: На яку частину сітківки потрапляє зображення хрестика і кружечка? Чи є на сітківці місце, що зовсім позбавлене рецепторів? Як воно називається? Чи чутливе воно до світла? Як називається місце, де містяться переважно колбочки і яке це має значення?

Допоміжний апарат ока складається з верхньої та нижньої повік і посмугованих м'язів, які рухають очне яблуко (мал. 162).

Очне яблуко захищають брови, повіки та вії. ***Брови*** захищають око від поту. ***Повіки*** прикривають око зверху й знизу, захищаючи очне яблуко від пилу та інших сторонніх тіл, механічних ушкоджень тощо. На вільних краях повік ростуть короткі волоски – *вії*. Внутрішня поверхня повік вкрита тонкою слизовою оболонкою – ***кон'юнктивою***. При доторканні до вій або раптовій появі поблизу ока певного предмета спрацьовує безумовний рефлекс моргання.



Мал. 162. 1. Допоміжний апарат ока. 2. М’язи ока

Здоров’я людини. Запалення кон’юнктиви спричиняє захворювання – ***кон’юнктивіт***. Його ознаки: постійне сльозовиділення, різь в очах, почервоніння повік, іноді гнійні виділення. Причини виникнення кон’юнктивіту – порушення правил гігієни, збудники інфекції, алергени. У разі виникнення кон’юнктивіту не можна торкатися очей руками, слід користуватися власним рушником, аби не заразити інших членів родини.

Видалення сторонніх часток з поверхні ока забезпечує й *слізний апарат*. Він складається зі слізної залози, слізних канальців, слізного мішка і носослізної протоки (мал. 162, 1). Слізна залоза виділяє рідину – сльози. Вони зволожують очне яблуко, змивають з його поверхні сторонні частки, знешкоджують хвороботворні мікроорганізми. Кількість слізної рідини незначна: щодоби її утворюється приблизно 1 мл. Коли людина плаче, кількість цієї рідини значно зростає.

✿ *Ключові терміни і поняття:* **зорова сенсорна система, очне яблуко, склера, судинна оболонка ока, рогівка, райдужка, зіниця, кришталик, склисте тіло, сітківка.**

УЗАГАЛЬНИМО ЗНАННЯ

- Через зорову сенсорну систему людина отримує найбільшу кількість інформації про навколишній світ. Око людини має оптичну та світлосприймальну системи, а також допоміжний апарат. Воно має дві порожнини – камери ока (передню і задню), заповнені рідиною, яка утворюється судинною оболонкою ока.

ПЕРЕВІРТЕ ТА ЗАСТОСУЙТЕ ЗДОБУТІ ЗНАННЯ

Дайте відповідь на запитання

1. Яке значення має зір для людини? 2. Які розрізняють оболонки ока і які їхні особливості? 3. Яка будова ока людини? 4. Що собою становить допоміжний апарат ока? 5. Що таке колбочки та палички? Які їхні функції? 6. Які структури ока забезпечують його захист?

Виберіть одну правильну відповідь

1. Укажіть структури, які складають зовнішню оболонку ока: а) кришталик, рогівка; б) райдужка, власне судинна оболонка; в) білкова оболонка, рогівка; г) сітківка, склисте тіло.
2. Укажіть складову ока, яка містить пігмент меланін: а) рогівка; б) зіниця; в) райдужка; г) білкова оболонка.
3. Укажіть функцію зіниці: а) затримує світло; б) заломлює світло; в) захищає око від надмірно інтенсивного світла; г) підтримує внутрішньоочний тиск.
4. Укажіть світлосприймальну оболонку ока: а) білкова оболонка; б) судинна оболонка; в) сітківка.

ОБГОВОРІТЬ У ГРУПАХ. Розкрийте функції основних оболонок ока.

ПОМІРКУЙТЕ. Чому око порівнюють з фотоапаратом, а сітківку – з фотолабораторією?

§ 43. ОСОБЛИВОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ ОКА ЛЮДИНИ

Пригадайте складові оптичної та світлосприймальної системи ока.

Які особливості функціонування зорової сенсорної системи людини? Взаємодія різних складових зорової сенсорної системи дає змогу людині спостерігати цілісну й безперервну картину довколишнього світу. Ця картина виникає з окремих зображень, які послідовно змінюють одне одного на сітківці правого й лівого ока.

Рухи правого й лівого ока в той час відбуваються узгоджено. Вони контролюються з боку окорухових центрів стовбура головного мозку, розташованих у ділянці моста й середнього мозку. Людині притаманний так званий ***бінокулярний зір***, оскільки поля зору правого й лівого ока перекриваються. Завдяки цьому ми сприймаємо об'ємне зображення предметів, а також можемо точніше визначати відстань до них.

Сонячні промені – найголовніше джерело світла на нашій планеті – мають різну довжину хвиль. Людина може сприймати промені світла з довжиною хвиль від 400 до 750 нм[1]. Довгохвильові компоненти сонячного спектра ми сприймаємо як червоний колір, а короткохвильові – як синьо-фіолетовий. Між ними в певному порядку розташовані й інші кольори: блакитний, блакитно-зелений, зелений, жовтий, оранжевий. Таке розташування різних кольорів називають ***світловим спектром***. Так, веселка, що утворюється на небі після дощу, – це розкладене на окремі компоненти сонячне світло.

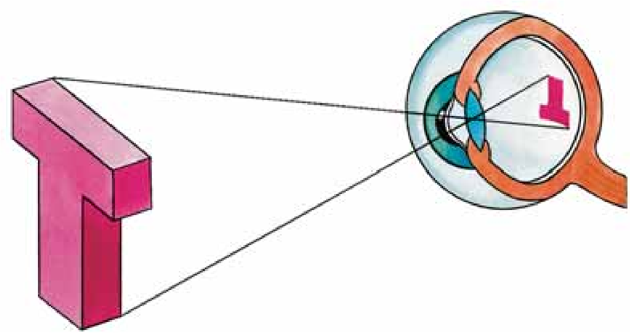
Тіла, які нас оточують, здатні частину світлових променів поглинати, а частину – відбивати. Око людини сприймає лише ті кольори, які відбиваються від їхньої поверхні. Якщо тіло відбиває всі хвилі світлового спектра, ми бачимо його білим, а якщо поглинає всі хвилі – чорним.

Перед тим як потрапити на світлочутливі рецептори сітківки, промені світла проходять через оптичну систему ока: рогівку, передню та задню камери ока, заповнені рідиною, кришталик, склисте тіло. При цьому вони заломлюються таким чином, що на сітківці утворюється зменшене та перевернуте зображення предмета, який ми спостерігаємо (мал. 163). Унаслідок аналізу в корі головного мозку інформації, що надходить не тільки від зорового органа, а й від інших органів чуття (слуху, нюху та ін.), людина сприймає предмети в їхньому природному положенні.

Людина не здатна однаково чітко бачити предмети, розташовані на різній відстані. Для того щоб добре бачити певний предмет, промені, які від нього відбиваються, мають зібратися на сітківці. Війковий м'яз, який

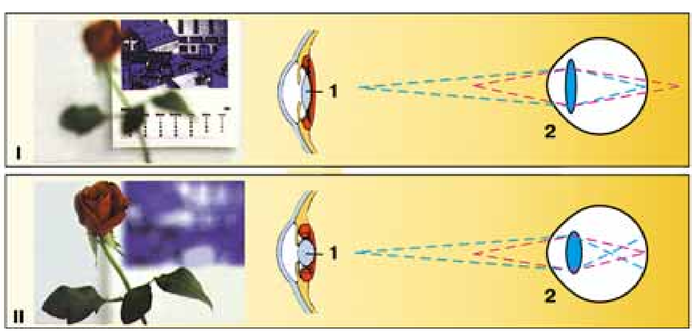
---

[1] Нанометр (скорочено – нм) дорівнює одній мільярдній частці метра. Промені, довжина хвилі яких коротша за 400 нм, називають ультрафіолетовими, а з довжиною хвилі понад 750 нм – інфрачервоними. Такі хвилі людина не сприймає.



Мал. 163. Утворення зображення на сітківці ока. ***Завдання.*** *Поясніть, чому зображення на сітківці виявляється зменшеним і перевернутим*

сполучається з капсулою, що містить кришталик, змінює ступінь її натягу. Коли капсула натягується, кришталик стає плоскішим. Коли капсула розслаблюється, кришталик унаслідок своєї еластичності набуває опуклої форми (мал. 164). Властивість оптичної системи ока створювати чітке зображення предметів, розташованих на різній відстані, називають ***акомодацією***.



Мал. 164. Акомодація ока: розглядання віддалених (I) і близько розташованих (II) предметів; 1 – кришталик; 2 – схема сходження променів. ***Завдання***. *Розгляньте малюнок і поясніть, яким стає кришталик під час розглядання віддалених і близько розташованих предметів*

Здоров'я людини. Найменша відстань від ока, з якої зображення ще сприймається чітко, дістала назву ***найближчої точки ясного бачення***. Для дітей і підлітків у нормі вона становить 7–10 см, але з віком, коли кришталик втрачає еластичність і гнучкість, вона зменшується.

ЛАБОРАТОРНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ

Визначення акомодації ока (*роботу виконують парами*)

Обладнання: аркуш паперу з отвором і літерами різних розмірів навколо нього.

1. Один учень (експериментатор) чітко пише на дошці текст.
2. Потім він тримає на відстані 10–15 см від очей другого учня (піддослідного) аркуш білого паперу з отвором у ньому та літерами по його радіусу так, щоб їх було чітко видно, а через отвір у папері можна було читати написаний на дошці текст.
3. Піддослідний читає напис на дошці через отвір у папері одним оком, прикривши друге. Потім він переводить свій погляд на літери, написані навколо отвору на аркуші паперу.
4. Зробіть висновки, відповівши на запитання: Якими здаються літери навколо отвору на папері та на дошці?

Промені, які пройшли крізь оптичну систему ока, потрапляють на сітківку, до складу якої входять фоторецептори. Ми вже згадували, що колбочки забезпечують денний і колірний зір, а палички – сутінковий та нічний.

ЦІКАВО ЗНАТИ! Здатність ока бачити предмети за освітлення різної інтенсивності, називають ***світловою акомодацією***. Наприклад, коли ви з яскраво освітленого приміщення потрапляєте в темне, то спершу майже нічого не бачите. Але згодом око поступово починає звикати і вже може сприймати спочатку контури предметів, а потім – їхні деталі. Аналогічні процеси спостерігають і тоді, коли людина з темряви потрапляє в яскраво освітлене приміщення. Спочатку вона нічого не бачить, засліплена й вимушена заплющувати очі. Але поступово нормальний зір відновлюється.

Зорова інформація від рецепторних клітин сітківки зоровими нервами через середній і проміжний мозок передається до зорових зон – потиличних ділянок кори великих півкуль (мал. 165). Там формується остаточне відчуття форми, розмірів, забарвлення предметів, які спостерігає людина.

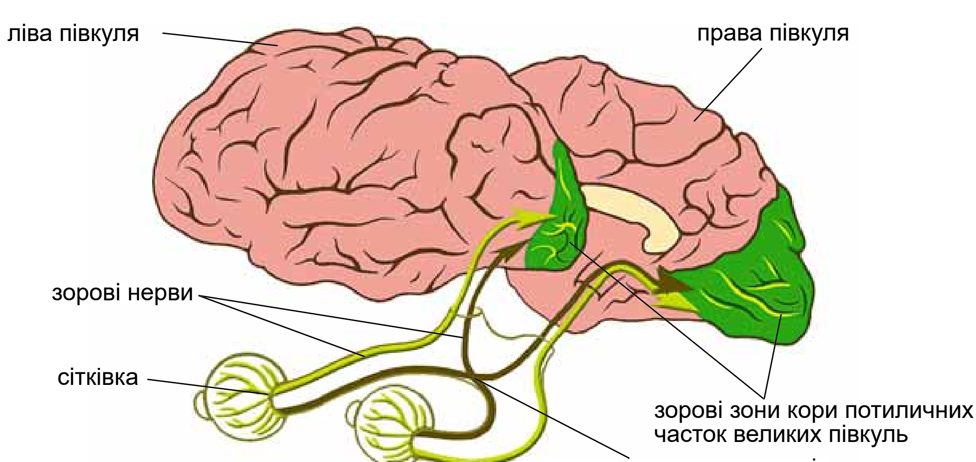
Які трапляються порушення зору? Яка їх профілактика? Важлива властивість зору – це його гострота. ***Гострота зору*** – здатність розрізняти дрібні деталі предмета, який роздивляється людина. Найбільшу гостроту зору забезпечує жовта пляма. Що далі розташовані рецептори від жовтої плями, то меншу гостроту зору вони здатні забезпечувати.

Здоров'я людини. Гостроту зору людини перевіряють ***лікарі-окулісти*** за допомогою спеціальних таблиць, на яких зображено літери чи інші позначення різного розміру. Нормальна гострота зору позначається 1.0.

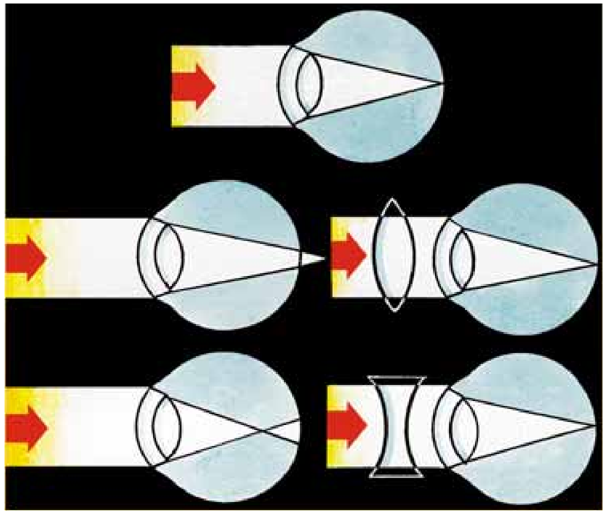
Ще одна важлива особливість зору людини – визначення відстані до об'єкта, на який спрямовано зір, – ***окомір***.

Здоров'я людини. Правильний окомір не є вродженою властивістю людини, а виробляється протягом усього життя в результаті постійних тренувань. Він відіграє особливо важливу роль у житті людей певних професій: військових, снайперів, мисливців, пілотів, моряків, художників тощо.

Порушення нормального нічного зору спричиняє захворювання ***куряча сліпота***. Воно полягає в тому, що людина нормально бачить вдень, а з настанням сутінок майже перестає бачити навколишні предмети.



Мал. 165. Шлях проходження нервового імпульсу від сітківки в зорову зону кори великих півкуль



Мал. 166. Схема заломлення променів і корекція зору

Дальтонізм – вроджена вада, пов'язана з порушенням функцій колбочок, унаслідок чого людина не розрізняє певні кольори (хворі на дальтонізм не сприймають червоний, зелений або синій кольори). Люди, які страждають на дальтонізм, не можуть працювати водіями, пілотами тощо.

Порушення акомодаційної здатності кришталика призводить до виникнення короткозорості або далекозорості. Якщо світлові промені, які пройшли через оптичну систему ока, фокусуються перед сітківкою, людина чітко бачить тільки предмети, розташовані неподалік від неї. Таким людям притаманна ***короткозорість*** (мал. 166). Вроджена короткозорість зумовлена збільшеними розмірами очного яблука чи кривизни кришталика, набута – ослабленням війкового м'яза. Це спричиняється перенапруженням очей (тривала робота за комп'ютером, безперервне сидіння перед увімкнутим телевізором), читанням лежачи або в транспорті, недостатньою освітленістю робочого місця, нестачею в їжі вітаміну А тощо.

Коли промені фокусуються позаду сітківки, чітке зображення виникає тільки від предметів, розташованих далеко від людини (мал. 166). Так виникає ***далекозорість***. Як і короткозорість, далекозорість може бути вродженою або набутою. Вроджена далекозорість виникає внаслідок недостатньої здатності рогівки чи кришталика заломлювати світло, невеликими розмірами очного яблука. Набута далекозорість може бути зумовлена втратою еластичності кришталика, порушеннями функцій війкового м'яза та ін.

Здоров'я людини. Для виправлення короткозорості використовують окуляри з двовгнутими лінзами, а далекозорості – з двоопуклими.

У певних випадках у людини може спостерігатись ***косоокість***, за якої порушуються одночасні й співдружні рухи очних яблук. Тоді на сітківці виникає чітке зображення від одного ока і розпливчасте від іншого. Косоокість здебільшого вроджена, але може виникати як наслідок очних захворювань, зокрема короткозорості, далекозорості, за порушення функції очних нервів.

У певних випадках людина може повністю або частково втрачати зір, тобто настає повна або часткова *сліпота*. Вона може виникнути, коли яскраве світло, потрапивши на сітківку, руйнує світлочутливі рецептори. Сліпоту можуть спричинити травми очей або голови, деякі захворювання (наприклад, діабет).

Здоров'я людини. На гостроту зору шкідливо впливають вживання алкоголю, тютюнокуріння, наркоманія та ін. Ці шкідливі звички можуть спричинити відмирання зорового нерва, рецепторних клітин сітківки, помутніння рогівки чи кришталика.

ЗАПАМ'ЯТАЙТЕ! Щоб якнайдовше зберегти гостроту зору, дотримуйтеся таких правил:

- робоче місце має бути добре і рівномірно освітлене; джерело світла на робочому столі (наприклад, настільну лампу) розташовуйте ліворуч, на відстані 50–60 см від робочої поверхні;
- не слід читати в транспорті, який рухається, тому що відстань від книжки до очей постійно змінюється; це призводить до зменшення еластичності кришталика; до таких самих наслідків може призводити й читання в ліжку;
- не варто дивитися телевізор або працювати з комп'ютером більше ніж 2 години на добу;
- під час роботи з комп'ютером слід користуватись особливими окулярами, які зменшують шкідливий вплив електромагнітного випромінювання на очі; кожні 30 хв слід робити перерви;
- до складу харчового раціону має обов'язково входити їжа з достатнім умістом вітаміну А.

Важливо запобігати травмуванню очей. Травми очей бувають побутові й виробничі. Побутові травми очей часто пов'язані з необережним користуванням приладами домашнього вжитку, невмілим забиванням цвяхів, рубанням дров тощо. Виробничі травми найчастіше пов'язані з нехтуванням правил техніки безпеки. Це стосується й практичних занять з хімії, фізики та інших навчальних предметів.

Здоров'я людини. Якщо трапиться пошкодження очей, треба вміти вчасно і кваліфіковано надати першу допомогу. Наприклад, коли в око потраплять луг, кислота або отруйна речовина, відразу промийте його чистою проточною водою протягом 15–20 хв, потім негайно зверніться до лікаря. У разі удару прикладіть до ока вату або хустинку, змочену холодною водою. Коли в око потрапить порошинка, промийте його за допомогою чистої ватки або носовичка, зніміть порошину з повіки. Перед тим добре вимийте руки, щоб не занести інфекції.

У разі тяжкого поранення ока (наприклад, розриву склери), не можна його промивати і намагатися дістати сторонній предмет. На око слід накласти чисту пов'язку і відправити потерпілого до лікарні. Правильно надана допомога відверне тяжкі наслідки травми і допоможе зберегти зір.

ЗАПАМ'ЯТАЙТЕ! Нормальний зір робить життя повноцінним, яскравим, дає змогу опанувати будь-які професії, насолоджуватися барвами природи, мистецтвом. Порушення зору обмежує можливості людини.

✿ *Ключові терміни і поняття:* **акомодація ока, гострота зору, бінокулярний зір, короткозорість і далекозорість, косоокість, куряча сліпота, дальтонізм.**

УЗАГАЛЬНИМО ЗНАННЯ

- Сприймають світлові промені й перетворюють світлову енергію на нервовий імпульс фоторецептори: палички і колбочки. Завдяки колбочкам ми маємо змогу сприймати колір предметів, палички забезпечують сутінковий і нічний зір.
- Оптична система ока заломлює світлові промені таким чином, що на сітківці утворюється дійсне, зменшене і перевернуте зображення предмета. Чітке сприйняття предметів залежить від акомодаційної здатності кришталика. Порушення акомодаційної здатності кришталика призводить до виникнення короткозорості або далекозорості. Корекцію зору здійснює лікар-окуліст, підібравши відповідні окуляри.

ПЕРЕВІРТЕ ТА ЗАСТОСУЙТЕ ЗДОБУТІ ЗНАННЯ

Дайте відповідь на запитання

1. Яке значення має зір для людини? 2. Які функції виконують колбочки та палички? 3. Що таке акомодація? Як вона відбувається? 4. Які можливі порушення зору людини? Яка їх профілактика?

Виберіть одну правильну відповідь

1. Укажіть, яким стає кришталик під час розглядання близько розташованих предметів: а) не міняється; б) опуклішим; в) сплощеним.
2. Укажіть, яким стає кришталик під час розглядання віддалених предметів: а) не міняється; б) опуклішим; в) сплощеним.
3. Виберіть окуляри, які призначає лікар-окуліст за набутої далекозорості: а) з двоввігнутими лінзами; б) двоопуклими лінзами.
4. Позначте захворювання, ознакою якого є виникнення зображення предметів позаду сітківки: а) катаракта; б) астигматизм; в) далекозорість; г) короткозорість.

ОБГОВОРІТЬ У ГРУПАХ. Розгляньте малюнок, на якому зображено роботу учня за комп’ютером. Опишіть ключові позначки на ньому.



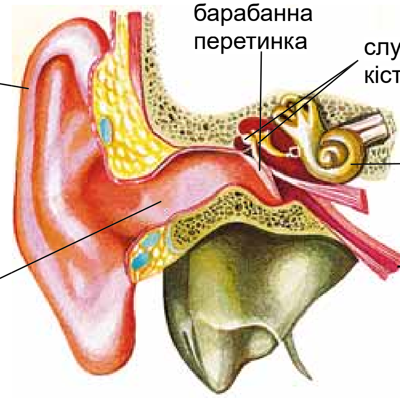
ПОМІРКУЙТЕ. 1. Завдяки чому змінюється фокусна відстань під час налагоджування світлового мікроскопа? 2. Як людині, що носить окуляри, користуватися біноклем – з окулярами чи без них?

ТВОРЧЕ ЗАВДАННЯ. З’ясуйте такі питання: Чому саме червоний колір світлофора вибрали для застереження? Якою є дія жовтого і зеленого кольорів на людину? Де ще застосовують кольори як сигнал?

§44. СЛУХОВА СЕНСОРНА СИСТЕМА

Пригадайте особливості будови органів слуху в різних представників хребетних тварин. Яка будова черепа людини? Що таке носоглотка?

Що таке слух? ***Слух*** – здатність організму сприймати звукові коливання (звуки). Цю функцію забезпечує **слухова сенсорна система.** Її периферичною частиною є ***вухо*** – один з органів чуття. Слух має велике значення в житті людини, адже без нього неможливе мовне спілкування людей між собою. Завдяки слуху людина спроможна визначати напрямок звуків і їхнє джерело, орієнтуватись у просторі, сприймати інформацію, що надходить із зовнішнього середовища (від інших людей під час розмови, радіо- і телеприймачів та ін.), попереджати про небезпеку тощо.



Мал. 167. Будова вуха як органа слуху

Звук – це хвильові механічні коливання, які поширюються в різних середовищах (газах, рідинах і твердих тілах). Звукові хвилі поширюються від їхнього джерела з певною частотою й періодичністю. Залежно від цього людина й сприймає ті чи інші звуки. ***Частота звуку*** – кількість періодичних коливань за певний проміжок часу. За одиницю частоти коливань прийнято 1 Герц (Гц). 1 Гц дорівнює частоті коливань із періодом в 1 с. Людина зазвичай сприймає звуки із частотою коливань від 16 до 20 000 Гц. Найбільшою є чутливість до звуків із частотою 2000–4000 Гц (так, діапазон голосу людини становить від 150 до 3000 Гц).

ЦІКАВО ЗНАТИ! Частоту нижче 16 Гц називають *інфразвуком*, а понад 20 кГц – *ультразвуком*. Ультразвуки здатні глибоко проникати в тіло людини. Відбиваючись від поверхні тканин, вони можуть давати на спеціальному приладі зображення органів. Пригадайте, цю методику досліджень організму людини називають *ультразвуковою діагностикою*.

Характеристиками звуку, крім його частоти, є висота, сила та тембр. ***Висота звуку*** залежить від частоти коливань повітря за 1 с. Високі тони мають найбільшу частоту коливань, а низькі – меншу. ***Сила звуку***, тобто його тиск на барабанну перетинку, вимірюється в децибелах[1] (дБ). У нормі вухо людини може сприймати звуки силою від 1 до 80 дБ.

Тембр – це відтінок звуку, його забарвлення. Завдяки тембру людина може відрізняти звуки різних музичних інструментів, навіть якщо вони однакової сили та висоти.

Яка будова слухової сенсорної системи людини? Орган слуху складається з трьох основних відділів: зовнішнього, середнього і внутрішнього вуха (мал. 167).

Зовнішнє вухо складається з вушної раковини і зовнішнього слухового проходу. ***Вушна раковина*** вловлює і спрямовує звукові коливання в ***зовнішній слуховий прохід***. Він має форму лійки завдовжки 2,5–3 см, стінки якої вкрито тоненькими волосками. У стінках зовнішнього слухового проходу є спеціальні залози, які виділяють так звану вушну сірку – в'язку речовину жовтуватого кольору. Вона затримує пил і мікроорганізми, що потрапили

---

[1] Децибел дорівнює одній десятій бела. Бел – одиниця вимірювання гучності звуку. Назва «бел» походить від прізвища винахідника телефона американця Александера Белла.

до зовнішнього слухового проходу. Зовнішнє вухо відокремлене від середнього *барабанною перетинкою* – пружною, округлою пластинкою діаметром приблизно 1 см і завтовшки 0,1 мм. Завдяки пружності вона сприймає коливання повітря, спричинені звуковими хвилями, і без змін передає їх на слухові кісточки середнього вуха.

Середнє вухо починається барабанною перетинкою, та включає барабанну порожнину, розташовану у скроневій кістці. Через спеціальний канал – *євстахієву трубу* – барабанна порожнина сполучається з носоглоткою. Через євстахієву трубу зовнішнє повітря може потрапляти в барабанну порожнину. Це потрібно для вирівнювання тиску повітря по обидва боки барабанної перетинки. Якщо створюється різниця між тиском у барабанній порожнині й тиском атмосферного повітря, гострота слуху порушується.

Здоров'я людини. За надто значної різниці в тискові по обидва боки барабанної перетинки вона може зруйнуватися. Це трапляється під час сильних вибухів, пострілів гармат, під час зльоту чи посадки літаків тощо. У цих випадках рекомендують відкривати рот і робити кілька ковтальних рухів. Тоді євстахієва труба відкривається, тиск по обидва боки барабанної перетинки вирівнюється, зникають больові відчуття й відновлюється гострота слуху.

У барабанній порожнині є три *слухові кісточки* (мал. 168), які послідовно й напіврухомо сполучаються між собою: молоточок, коваделко і стремінце. ***Молоточок*** з'єднаний з барабанною перетинкою та ***коваделком***, а коваделко – зі стремінцем. ***Стремінце*** сполучається з перетинкою *овального вікна* – отвору, який веде до внутрішнього вуха. Крім овального вікна, у стінці середнього вуха ще є й *округле вікно*, також закрите перетинкою. Через овальне та округле вікна внутрішнє вухо сполучається із середнім.

Слухові кісточки утворюють систему важелів, які передають коливання від барабанної перетинки до перетинки овального вікна. Вони повторюють усі коливання барабанної перетинки. Така будова середнього вуха дає змогу сприймати навіть слабкі звуки.

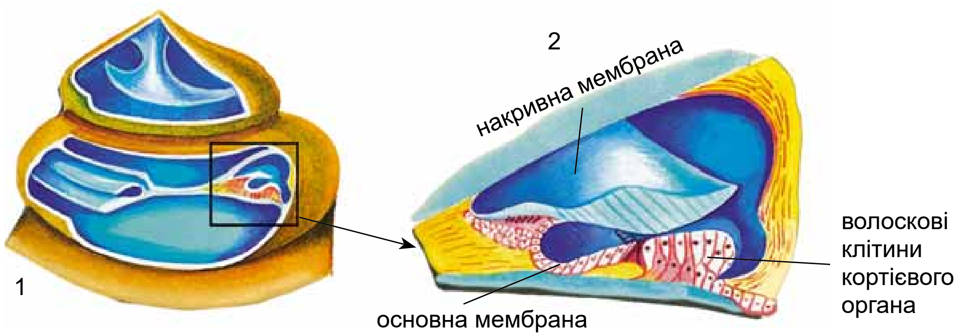
Внутрішнє вухо (або **лабіринт**) – це система порожнин і каналів, заповнених рідиною. Однією із частин внутрішнього вуха є ***завитка*** – спірально закручений кістковий канал (мал. 169). Усередині порожнина завитки поділена двома мембранами на три ходи. Канал завитки заповнений рідиною, яка проводить звукові коливання.

На нижній, або основній, мембрані завитки розташований ***кортіїв орган***[1], який сприймає звуки (тобто рецепторний слуховий апарат). Рецептори кортієвого органа – волоскові клітини, розташовані на основній мембрані, над якими розміщена особлива накривна мембрана. До клітин кортієвого органа підходять відгалуження нервових волокон чутливих клітин. Решта частин внутрішнього вуха бере участь у регуляції положення в просторі, що забезпечується вестибулярним апаратом (його будову та функції ми розглянемо далі).



Мал. 168. Слухові кісточки

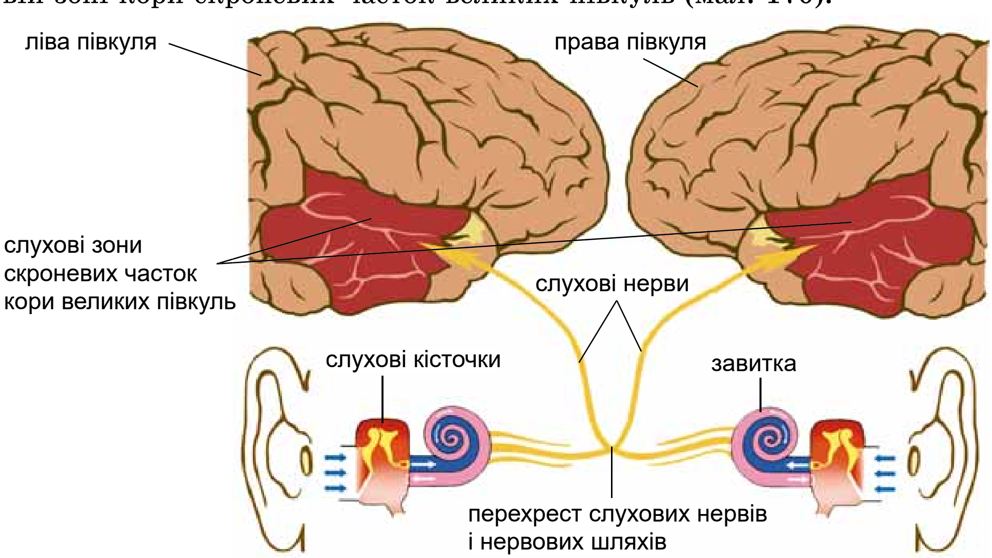
[1] Названо так на честь італійського вченого Альфонсо Корті (1822—1876), який його описав.



Мал. 169. Завитка (1) та її будова (2)

Як функціонує слухова сенсорна система людини? Ви вже знаєте, що звукові хвилі з навколишнього середовища через зовнішній слуховий прохід потрапляють до барабанної перетинки. Завдяки системі слухових кісточок звукові коливання з барабанної перетинки передаються до мембрани овального вікна (звук може передаватись і через кістки черепа). Коливання цієї мембрани далі передаються рідині, що заповнює порожнини внутрішнього вуха, зокрема канали завитки. У свою чергу, коливання рідини спричиняють коливальні рухи основної мембрани.

Волоскові клітини кортієвого органа, торкаючись накривної мембрани, деформуються. При цьому виникає так званий *мікрофонний ефект*: механічні коливання перетворюються на електричні, що мають таку саму частоту. Нервовий імпульс передається волокнами слухового нерва до підкіркових і кіркових центрів слуху. Підкіркові центри слуху розташовані в мості, середньому та проміжному мозку. Остаточно сила, висота і характер звуку, його місцезнаходження у просторі аналізуються у слуховій зоні кори скроневих часток великих півкуль (мал. 170).



Мал. 170. Шлях проходження нервового імпульсу від завитки до слухової зони кори кінцевого мозку

ЗАПАМ'ЯТАЙТЕ! **Функція кортієвого органа – перетворення енергії звукових коливань на енергію нервових імпульсів.**

Слухова сенсорна система має важливе значення і для орієнтації людини в просторі. Саме парність органів слуху (лівий і правий) дає змогу точніше визначити локалізацію джерела звуку. Глухій на одне вухо людині для визначення джерела звуку доводиться повертати голову, що не потрібно робити здоровій людині.

Вимірюють чутливість слухової сенсорної системи за допомогою спеціальних приладів. Про найпростіший метод визначення абсолютного порогу слуху ви дізнаєтеся під час виконання лабораторного дослідження.

ЛАБОРАТОРНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ

Вимірювання порога слухової чутливості

Обладнання: механічний годинник, сантиметрова лінійка.

Визначте абсолютний поріг слуху за допомогою годинника (роботу виконуйте утрьох). Перший учень сидить на стільці із заплющеними очима. Другий повільно наближає до нього механічний годинник, допоки перший не почує його звук. Третій учень сантиметровою лінійкою вимірює відстань, на якій було почуто звук, від годинника до першого учня.

Які можливі порушення слуху людини? Яка профілактика їх? Постійний надмірний шум, надвисокі та наднизькі звукові коливання тощо спричиняють зниження слуху, а іноді й глухоту. За сильного тиску звукових хвиль (інтенсивністю 120–130 дБ) на барабанну перетинку людина відчуває біль у вухах, згодом може наставати й тимчасова чи повна втрата слуху. Це пов'язане з ушкодженням рецепторних клітин кортієвого органа і порушенням циркуляції рідини в завитці. До виникнення звукової травми може спричинити і тривалий вплив слабших звуків (інтенсивністю понад 90 дБ).

Здоров'я людини. Найбільше загрожує часткова чи повна втрата слуху людям, які працюють на шумних виробництвах, аеродромах тощо. Тому їм слід користуватись запобіжними пристосуваннями (спеціальні навушники, «беруші»). Не слід чистити зовнішній слуховий прохід гострими предметами, щоб не ушкодити барабанну перетинку. Порушенням гігієни слуху є часте користування навушниками.

Небезпечним для слухової сенсорної системи є запалення середнього вуха, або ***отит***. Воно може бути спричинене переохолодженням організму або інфекційними захворюваннями (застудою, грипом, ангіною тощо). Захворювання супроводжується сильними болями, підвищенням температури, зниженням рівня слуху.

Для збереження слуху треба: дотримуватися режиму праці та відпочинку, вести здоровий спосіб життя, запобігати інфекційним захворюванням та ін. За будь-яких неприємних відчуттів у вусі (біль, шуми, зниження слуху тощо) слід звертатися до лікаря.

✿ ***Ключові терміни і поняття:*** **слухова сенсорна система, барабанна перетинка, молоточок, коваделко, стремінце, завитка, кортіїв орган.**

УЗАГАЛЬНИМО ЗНАННЯ

- Слух є джерелом інформації про звуки і необхідним чинником для розвитку мови. Сприйняття звуків слуховою сенсорною системою забезпечується передачею звукових коливань від барабанної перетинки на слухові кісточки середнього вуха і основну мембрану внутрішнього вуха, на якій розташовані слухові

рецептори, що сприймають звуки, перетворюють механічну енергію на енергію нервового імпульсу. Слуховим нервом він передається до слухової зони кори кінцевого мозку, де формується звуковий образ.

ПЕРЕВІРТЕ ТА ЗАСТОСУЙТЕ ЗДОБУТІ ЗНАННЯ

Дайте відповідь на запитання

1. Яке значення і функції слуху? 2. З яких частин складається слухова сенсорна система? 3. Яка будова зовнішнього вуха? 4. Яку будову має середнє вухо? 5. Які особливості будови внутрішнього вуха? Що таке кортіїв орган? 6. Чому в слуховому проході посилюються звукові коливання? 7. Як звукові хвилі перетворюються на нервовий імпульс? 8. Які основні причини зниження або втрати слуху?

Виберіть одну правильну відповідь

1. Виберіть складові зовнішнього вуха: а) слухові кісточки; б) вушна раковина; в) завитка; г) кортіїв орган.
2. Позначте складові середнього вуха: а) слухові кісточки; б) вушна раковина; в) завитка; г) кортіїв орган.

Установіть правильну послідовність передачі звукової хвилі: а) коливання слухових кісточок; б) коливання барабанної перетинки; в) коливання рідини завитки; г) коливання перетинки овального вікна; д) подразнення слухових рецепторів; е) формування нервових імпульсів.

ОБГОВОРІТЬ У ГРУПАХ. Розкрийте зв’язок будови слухової сенсорної системи з механізмом сприйняття звуків.

ПОМІРКУЙТЕ. 1. Як хвороботворні мікроорганізми можуть потрапити з носоглотки в середнє вухо? 2. Чому захворювання вуха, горла та носа лікує один і той самий лікар – отоларинголог.

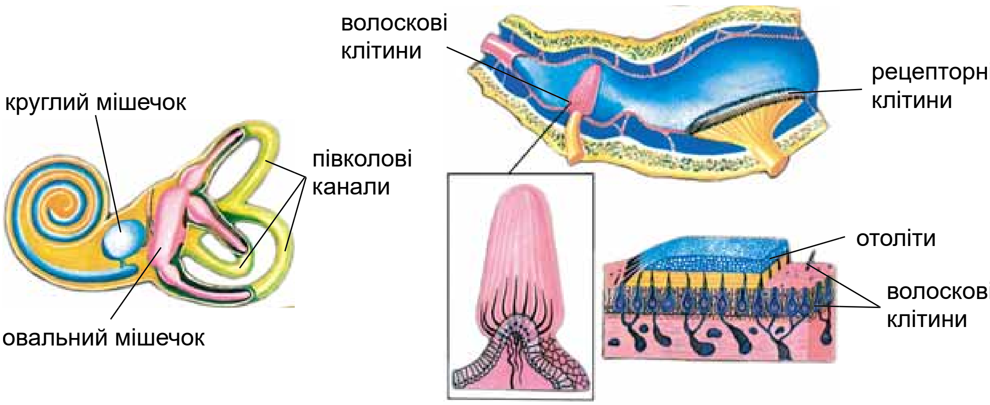
§ 45. СЕНСОРНІ СИСТЕМИ РІВНОВАГИ, РУХУ, ДОТИКУ, ТЕМПЕРАТУРИ, БОЛЮ

Пригадайте, що таке сила земного тяжіння; що таке температура. Яка будова головного мозку людини? Що таке ядра головного мозку? Що таке соматична та вегетативна нервова система? Що таке симпатична та парасимпатична вегетативна нервова система?

Яка будова і функції сенсорної системи рівноваги? Для нормального функціонування нашого організму важливо контролювати його положення в просторі. Функцію сприйняття та регуляції положення тіла в просторі забезпечує ***вестибулярний апарат***, який є периферичною частиною **сенсорної системи рівноваги**. Він складається з ***овального*** і ***круглого мішечків*** і трьох ***півколових каналів*** (*завдання:* уважно розгляньте малюнок 171 і знайдіть на ньому складові вестибулярного апарату).

Усередині півколові канали і мішечки заповнені драглистою речовиною. На внутрішній поверхні мішечків і розширень півколових каналів є рецептори – волоскові клітини, від яких відходять нерви. Крім волоскових клітин, занурених у драглисту речовину, до складу вестибулярного апарату входять особливі кристалики з кальцій ортофосфату, так звані *отоліти* (розташовані в округлому та овальному мішечках).

Півколові канали розташовані в трьох взаємно перпендикулярних площинах, що дає змогу сприймати простір у трьох його вимірах. Кожен канал сполучається з овальним мішечком. За допомогою півколових каналів ми визначаємо зміни напрямку руху, обертальні прискорення або сповільнення.



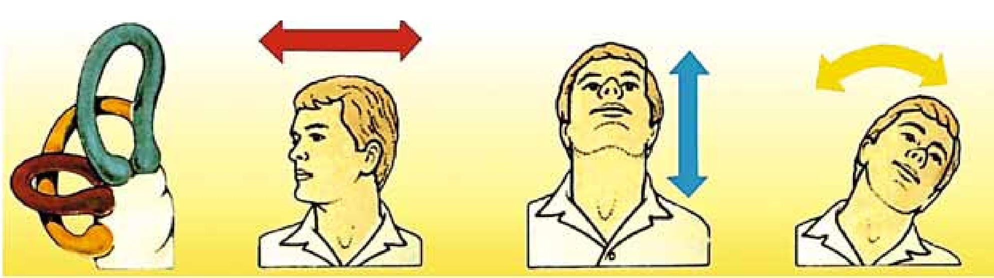
Мал. 171. Схема будови вестибулярної сенсорної системи. ***Завдання***. *Знайдіть на малюнку півколові канали, круглий і овальний мішечок і охарактеризуйте їхні функції*

Як функціонує сенсорна система рівноваги? Будь-які зміни рівноваги тіла подразнюють рецептори вестибулярного апарату. Так, за змін положення тіла чи голови отоліти своєю масою тиснуть на драглисту речовину. Цей тиск передається волоскам рецепторів, згинаючи їх. У результаті цього виникає збудження, яке передається до центрів рівноваги головного мозку. У відповідь на це скорочуються чи розслаблюються відповідні групи м'язів.

Мембрани овального й округлого мішечків розташовані в різних площинах. За нормального положення голови в овальному мішечку мембрана займає горизонтальне положення, а в округлому – майже вертикальне. Якщо людина тримає голову рівно, тоді речовина півколових каналів рівномірно тисне на волоски вестибулярних рецепторів і збуджує їх. Якщо людина повертає голову, рідина півколових каналів зміщується в бік, протилежний рухові (мал. 172), і відповідно нахиляє волоски вестибулярних рецепторів.

Нервові волоконця, які беруть початок від рецепторів вестибулярного апарату, переплітаючись, утворюють вестибулярний нерв. Він проводить нервові імпульси від цих рецепторів до моста, мозочка, проміжного мозку та відповідних зон скроневої частки кори великих півкуль. Там відбувається остаточний аналіз та синтез отриманої від вестибулярного апарату інформації.

Вестибулярний апарат пов'язаний і з вегетативною (автономною) нервовою системою. Люди з підвищеною збудливістю вестибулярного апарату погано витримують польоти літаком, морські подорожі чи тривалі поїздки автотранспортом. У них спостерігають тривале і сильне подразнення рецепторів вестибулярного апарату. Збудження передається на нервові центри, що



Мал. 172. Зміни в органі рівноваги під час різних положень голови та тіла

регулюють діяльність внутрішніх органів. У результаті виникають рефлекторні реакції (зблідднення, напади нудоти чи блювання, кволість, запаморочення). Такий стан людини називають ***захитуванням***, або морською хворобою (вперше такі симптоми спостерігали під час морських подорожей). Після припинення поїздки ці неприємні відчуття минають.

ЦІКАВО ЗНАТИ! Поясненням виникнення морської хвороби є те, що вестибулярний центр розміщений недалеко від центрів дихання, кровообігу, травлення. Тому збудження з вестибулярного центру передаються на сусідні і спричиняють згадані нездужання.

Здоров'я людини. Підвищити стійкість вестибулярного апарату до дії незвичних факторів можна спеціальними фізичними вправами з різними обертаннями, швидкими поворотами. Тому пілоти надзвукових літаків чи космонавти проводять тривалі тренування перед польотами. Відомо, що дітям подобається гойдатися на гойдалках. Це природна потреба розвивати вестибулярний апарат.

До розладів у роботі вестибулярного апарату призводять травми головного мозку, вживання наркотичних речовин та алкоголю.

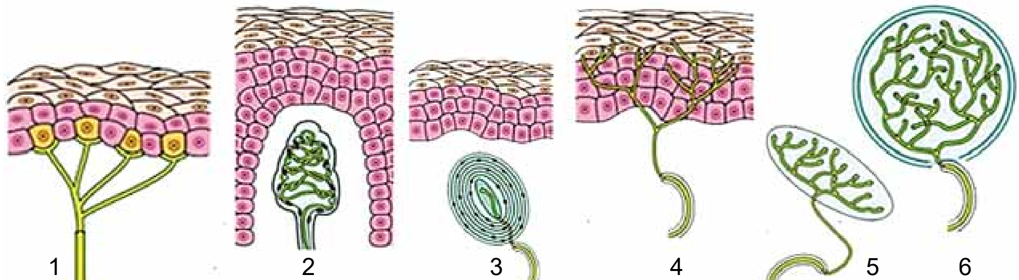
Що таке рухова сенсорна система? Крім вестибулярного апарату, положення всього тіла й окремих його частин контролюють рецептори, розташовані у шкірі, м'язах, сухожиллях, суглобах тощо. Це периферична частина **рухової сенсорної системи.** Під час зміни положення певної частини тіла (згинання й розгинання рук, нахили голови тощо) збуджуються відповідні групи рецепторів. Вони сигналізують нервовій системі про ступінь напруження м'язових волокон, про положення суглобів і різних частин тіла у просторі. Імпульси від цих рецепторів прямують до відповідних ділянок кори великих півкуль.

Завдяки чому ми відчуваємо дотик, температуру, біль? Розрізняють чотири основних види ***шкірної чутливості***: відчуття **дотику** та **тиску**, **болю**, **тепла**, **холоду**. Їх забезпечують відповідні рецептори (мал. 173).

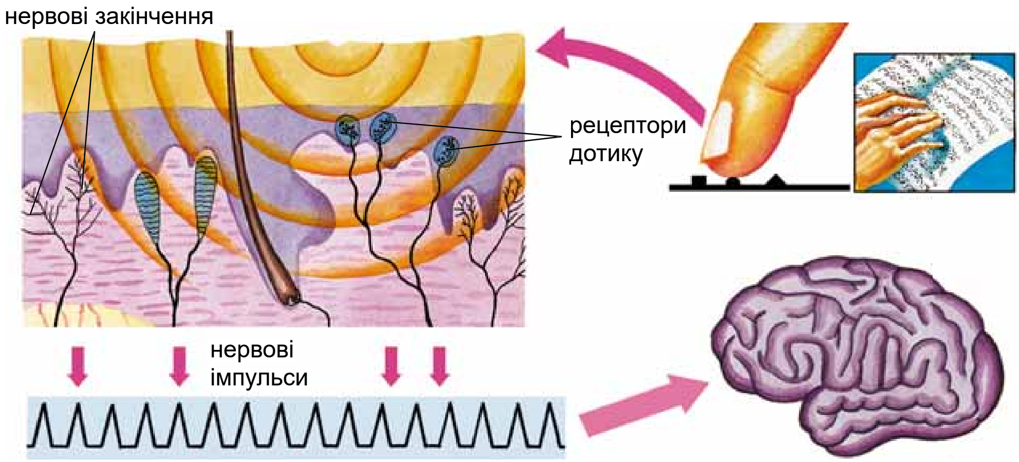
Рецептори **сенсорної системи дотику** та **тиску** розташовані на поверхні шкіри або пов'язані з волосяними сумками. Вони реагують на розтягнення шкіри чи зміну положення волосків.

Найбільше рецепторів дотику розміщено на долонях і кінчиках пальців. Саме тому сліпі люди, у яких підвищена дотикова чутливість, аналізують предмети, обмацуючи їх руками.

Збудження, яке виникає в рецепторах дотику, нервами надходить до тім'яних часток кори великих півкуль у зону шкірно-м'язового чуття (мал. 174). Тут формуються відчуття предметів, до яких доторкається людина.



Мал. 173. Різноманітні рецептори шкіри: 1, 2 – рецептори дотику; 3 – тиску; 4 – болю; 5 – теплові рецептори; 6 – холодові рецептори



Мал. 174. Схема будови дотикової сенсорної системи. ***Завдання.*** *Проаналізуйте шлях передачі нервового імпульсу та формування інформації*

ЗАПАМ'ЯТАЙТЕ! Відчуття, які формуються в корі великих півкуль, найчастіше є результатом взаємодії центральних відділів різних сенсорних систем.

Біль людина сприймає внаслідок подразнення рецепторів, які містяться у шкірі та внутрішніх органах. Вони входять до складу периферичного відділу **сенсорної системи болю.**

Больові сигнали від рецепторів через підкіркові центри, розташовані в таламусі (*пригадайте*, це структура проміжного мозку), надходять у зону шкірно-м'язового чуття великих півкуль. Вони дають змогу організмові миттєво зреагувати на небезпеку, що загрожує.

Здоров'я людини. Больові відчуття можна знизити штучно, використовуючи знеболювальні препарати. За їхньою допомогою в медицині штучно здійснюють ***анестезію*** – тимчасову втрату чутливості (зокрема, під час хірургічних операцій).

ЦІКАВО ЗНАТИ! Проблему знеболювання під час хірургічних операцій вперше запропонував розв'язати український хірург Микола Іванович Пирогов (мал. 175).

Зміни температури, як в довкіллі, так і всередині тіла, сприймають рецептори, що входять до складу **температурної сенсорної системи.** Одні з них збуджуються під впливом холоду, інші – тепла. Крім шкіри, ці рецептори розміщені також на слизових оболонках.

ЦІКАВО ЗНАТИ! Рецептори, які сприймають холод і тепло, здатні адаптуватись, тобто пристосовуватися до змін температури навколишнього середовища. Так, якщо опустити руку в холодну воду (+10 °С), то відчуття холоду через певний час зникає. Якщо руку перенести у воду, температура якої вище на 1–2 °С, то спочатку виникає відчуття тепла, яке також згодом минає. Саме на цій властивості базується здатність організму до загартовування.



Мал. 175. М.І. Пирогов (1810–1881)

✿ *Ключові терміни і поняття:* **вестибулярний апарат, рухова сенсорна система, сенсорні системи дотику, температури, болю.**

УЗАГАЛЬНИМО ЗНАННЯ

- Тіло та його частини переміщуються у просторі взаємоузгоджено завдяки діяльності сенсорних систем рівноваги, руху та зору. Вестибулярний апарат відіграє провідну роль у регуляції рівноваги тіла в просторі, сприйнятті прискорення.
- Є спеціальні сенсорні системи дотику, температури і болю, рецептори яких насамперед пов'язані зі шкірою.

ПЕРЕВІРТЕ ТА ЗАСТОСУЙТЕ ЗДОБУТІ ЗНАННЯ

Дайте відповідь на запитання

1. Яку будову має вестибулярний апарат? Які функції він виконує? 2. Як можна тренувати вестибулярний апарат? 3. Які рецептори містяться у шкірі і які основні їхні функції? 4. Як ми сприймаємо дотик? 5. Яке значення для людини має температурна чутливість? 6. Що таке біль? Яке його значення?

Виберіть одну правильну відповідь

1. Укажіть складову вуха, в якій міститься вестибулярний апарат: а) зовнішнє вухо; б) середнє вухо; в) внутрішнє вухо.
2. Виберіть сенсорну систему, до якої належить вестибулярний апарат: а) слухова; б) зорова; в) рухова; г) рівноваги.
3. Укажіть орган, де найбільше міститься больових рецепторів: а) артерії; б) шкіра; в) шлунок; г) вени.

ОБГОВОРІТЬ У ГРУПАХ. Розкрийте взаємозв'язок будови та функції вестибулярного апарату.

ПОМІРКУЙТЕ. Чому в результаті загартовування знижується відчуття холоду?

Виконайте ***дослідницький практикум.***

Дослідження температурної адаптації рецепторів шкіри

Обладнання: три посудини з водою, температура якої +10 °С, +25 °С, +40 °С.
1. Налийте у три посудини воду температурою +10 °С, +25 °С, +40 °С.
2. Опустіть праву руку в першу посудину, температура води в якій +10 °С, а ліву – в третю посудину, де температура води +40 °С.
3. Потім обидві руки опустіть у середню посудину, температура води в якій +25 °С. Що відчуваєте? Чому?

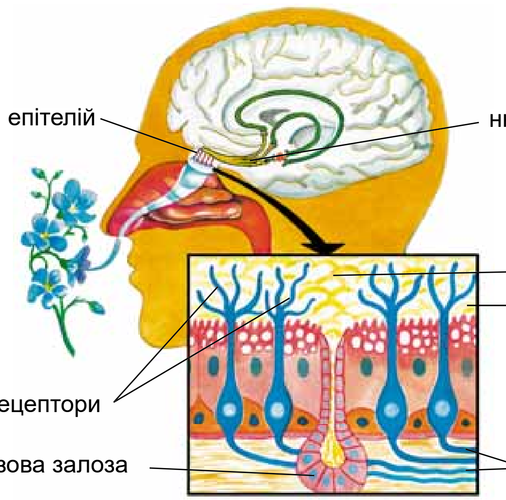
§ 46. СЕНСОРНІ СИСТЕМИ НЮХУ ТА СМАКУ. РЕЦЕПТОРИ ВНУТРІШНІХ ОРГАНІВ

Пригадайте, що таке рецептори. Яка будова головного мозку людини?

Завдяки чому ми здатні сприймати запахи? Ми сприймаємо запахи завдяки ***нюху***. Здатність людини сприймати запахи ґрунтується на тому, що молекули летких сполук діють на рецепторні клітини, які є периферичною частиною **сенсорної системи нюху**.

Нюх відіграє важливу роль у житті людини: за запахом ми можемо відрізнити їстівні об'єкти від неїстівних (наприклад, несвіжі, що втратили їстівні якості). Запахи впливають на емоційний настрій людини: одні з них (запахи квіток, якісних парфумів, лісового чи морського повітря) поліпшують настрій, сприяють підвищенню працездатності, інші (сірководень, запах поту тощо) – погіршують.

Нюхові рецептори (хеморецептори) розташовані в слизовій оболонці верхньої та частково середньої носових раковин, а також у частині носової перего-



Мал. 176. Схема будови нюхової сенсорної системи. ***Завдання***. *На малюнку розгляньте шлях збудження в нюховій сенсорній системі*

родки (мал. 176). Від верхньої поверхні цих клітин відходить дендрит, який несе короткі війки. Ці війки заглиблені в шар слизу, що вкриває нюховий епітелій. Вони збільшують поверхню контакту з молекулами летких сполук. Одна з функцій слизу – захист клітин від пересихання: якщо слизова носової порожнини пересихає, здатність сприймати запахи знижується або взагалі зникає.

Молекули пахучих речовин надходять до рецепторних клітин або через ніздрі (під час вдиху), або з ротової порожнини. Таким чином, споживаючи їжу, ми відчуваємо не лише її смак, а й запах. Молекули летких речовин взаємодіють з мембраною рецепторних клітин, збуджуючи їх. Так виникають нервові імпульси. Від основи цих клітин відходять довгі аксони. Вони входять до складу нюхових нервів, по яких нервові імпульси прямують до ділянок кори лобових і скроневих часток півкуль. Там остаточно аналізуються нюхові подразнення. До підкіркових центрів, що беруть участь в обробці нюхової інформації, належать ядра гіпоталамуса.

ЗАПАМ'ЯТАЙТЕ! Сенсорну систему нюху складають: нюхові рецептори, нюховий нерв, підкіркові й кіркові центри нюху в головному мозку. Вона надзвичайно чутлива – деякі запахи сприймаються навіть тоді, коли у вдихуваному через ніс повітрі наявна лише одна молекула пахучої речовини на 30 млрд інших.

Як визначають гостроту нюху? ***Гостроту нюху*** визначають за найменшою концентрацією речовини, яка спричинює відчуття запаху. Її вимірюють за кількістю молекул пахучої речовини в 1 $см^3$ повітря.

ЦІКАВО ЗНАТИ! Нюхова система швидко звикає до запаху. Якщо людина заходить до кімнати з певним запахом, то через деякий час перестає його відчувати. На гостроту нюху впливає температура та вологість. Оптимальна температура для сприйняття запахів +30 °С.

Яке значення для людини має відчуття смаку? ***Смак*** – сприйняття смакових властивостей речовин, які потрапляють на рецептори ротової порожнини та на поверхню язика. Крім того, вони є на поверхні м'якого піднебіння та на задній стінці глотки.

Рецептори смаку розміщені у ***смакових цибулинах***, які входять до складу виростів слизової оболонки язика – *сосочків* (мал. 177).

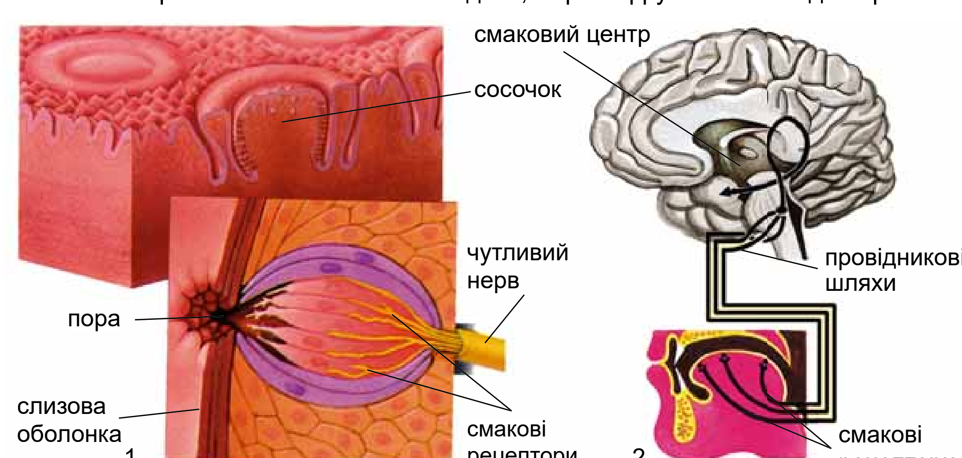
Смакові відчуття дають змогу визначити якість їжі та питної води, збуджують апетит, сприяючи виділенню травних соків і перетравленню їжі. Аби певні сполуки могли подіяти на смакові рецептори, вони мають бути розчинені в слині чи воді. Суха поверхня язика не здатна розпізнавати смакові якості сполук.

Через пору, розташовану на поверхні сосочка, молекули речовин, що потрапили до ротової порожнини, проникають усередину невеликої камери, заповненої рідиною. На її дні є смакові рецептори. Вони взаємодіють з рецепторними клітинами, подразнюючи їх. Рецептори смаку, як і рецептори нюху, належать до хеморецепторів. Рецепторні клітини передають збудження на периферичні відростки чутливих клітин, розташованих у вузлах черепно-мозкових нервів. Потім смакова інформація по декількох нервах надходить до структур центральної нервової системи: довгастого мозку та смакового ядра моста. Далі вона прямує до ядер таламуса та скроневих ділянок кори великих півкуль (мал. 177). Саме там формується сприйняття смакових якостей їжі і питної води. Смакові рецептори, нерви, а також смакові зони центральної нервової системи складають **сенсорну систему смаку**.

Людина здатна розпізнавати чотири основних смаки: солодкий, кислий, гіркий і солоний. На поверхні язика виявлено зони специфічної чутливості. Так, рецептори, які сприймають гіркий смак, розташовані переважно біля основи язика, солодкий – на верхівці, кислий і солоний – на бічних частинах (кислий – ближче до основи, солоний – ближче до верхівки) (мал. 178). При цьому смакові зони певним чином перекриваються. У середній частині язика смакових рецепторів немає.

Відчуття смаку залежить від концентрації речовини. Так, звичайна кухонна сіль за низької концентрації здається солодкою і лише, коли її концентрація зростає, відчувається солоною.

ЦІКАВО ЗНАТИ! Виникають і змішані смакові відчуття: наприклад, смак дозрілого апельсина сприймається як кисло-солодкий, а грейпфрута – як солодко-гіркий.



Мал. 177. Будова смакової цибулини (1); схема будови смакової сенсорної системи (2). ***Завдання***. *Розгляньте на малюнку будову смакової бруньки і шлях збудження у смаковій сенсорній системі*

Для сприйняття смакових відчуттів важливе значення має температура їжі. Так, висока або низька її температура знижує смакові відчуття: при споживанні гарячого чаю із цукром він спочатку здається несолодким. Найсприятливішою температурою для розпізнавання смакових якостей їжі вважають +20 °C...+24 °C.

ЗАПАМ'ЯТАЙТЕ! Смакова сенсорна система відіграє важливу роль у житті людини: вона забезпечує перевірку смакових властивостей їжі, впливає на процеси травлення, стимулюючи чи гальмуючи виділення травних соків. Розпізнавання смаків впливає й на емоційну сферу людини: солодкі сполуки (наприклад, ласощі) сприяють піднесенню настрою, гіркі – навпаки.

Мінімальна концентрація речовин, за якої людина може визначити її смак, має назву *смаковий поріг*. Він неоднаковий для різних хімічних речовин.



Мал. 178. Розташування смакових рецепторів на язиці. ***Завдання.*** *Користуючись малюнками, назвіть розміщення смакових зон язика*

ЦІКАВО ЗНАТИ! Для цукру смаковий поріг становить 0,01, для кухонної солі – 0,05, лимонної кислоти – 0,009, а хініну – 0,000008 моль/л. Таким чином, ми найчутливіші до гіркого, менш чутливі до кислого і однаковою мірою сприймаємо солодке і солоне.

Здоров'я людини. Вища чутливість до гірких сполук пов'язана з тим, що багато отруйних сполук мають гіркий присмак. Тому гіркий присмак може сигналізувати про небезпеку. Сильні гіркі подразники спричиняють напади нудоти чи блювоти. Ці захисні реакції запобігають потраплянню небезпечних сполук до організму.

ЗАПАМ'ЯТАЙТЕ! Оскільки нюховий і смаковий нервові центри в корі великих півкуль розташовані поруч, на визначення якості їжі впливають її запах і смак. Коли закладено ніс під час нежиту, смакові відчуття порушуються. Отже, смакова сенсорна система разом із нюховою беруть участь у регуляції травлення, обміну речовин і поведінки людини.

Що собою становлять рецептори внутрішніх органів? Багато рецепторів внутрішніх органів сигналізують про стан нашого організму. Так, рецептори, розташовані в стінках шлунка та кишечнику, контролюють ступінь заповнення їх їжею. Рецептори стінок кровоносних судин реагують на вміст газів у крові, артеріальний тиск, розлади в роботі серця тощо.

ЗАПАМ'ЯТАЙТЕ! Взаємодія різних типів рецепторів, розташованих у різних внутрішніх органах, створює цілісну картину про стан нашого організму, забезпечує координацію його окремих частин та підтримання динамічної сталості внутрішнього середовища організму – гомеостазу.

✿ ***Ключові терміни і поняття:*** **нюхова сенсорна система, гострота нюху, смакова сенсорна система, смаковий поріг.**

УЗАГАЛЬНИМО ЗНАННЯ

● Периферичні частини нюхової та смакової сенсорних систем представлені хеморецепторами. Нюхові рецептори забезпечують сприйняття запахів різних

сполук, а смакові – сприйняття смакових властивостей різних речовин. Сенсорні системи нюху й смаку тісно взаємопов'язані між собою. Їхні зони в корі великих півкуль розташовані поруч, тому сприйняття смаку їжі підкріплюється її запахом.

- Рецептори внутрішніх органів контролюють стан нашого організму. Їхня діяльність спрямована на підтримання гомеостазу.

ПЕРЕВІРТЕ ТА ЗАСТОСУЙТЕ ЗДОБУТІ ЗНАННЯ

Дайте відповідь на запитання

1. Яке значення для людини має запах? 2. Яке значення має відчуття смаку? 3. Як людина сприймає запахи? 4. Як виникає відчуття смаку? 5. Як взаємодіють сенсорні системи нюху та смаку? 6. Які функції рецепторів внутрішніх органів?

Виберіть одну правильну відповідь

1. Позначте агрегатний стан речовини, у якому сприймається її запах: а) газоподібний; б) рідкий; в) твердий.

2. Виберіть орган ротової порожнини, який містить різні смакові рецептори: а) зуби; б) язик; в) слинні залози; г) піднебіння.

3. Укажіть частину язика, де розташовані рецептори, які розрізняють смак солодкого: а) кінчик; б) корінь; в) краї; г) кінчик і краї.

ОБГОВОРІТЬ У ГРУПАХ. І група. Розкрийте особливості нюхової сенсорної системи. ІІ група. Розкрийте особливості смакової сенсорної системи.

ПОМІРКУЙТЕ. 1. Чим відрізняється поведінка людини, коли вона відчуває приємний запах і коли – неприємний? 2. Чому ми не можемо визначити смак гарячої їжі? 3. Чому під час нежитю погано розрізняють смак їжі?

ТВОРЧЕ ЗАВДАННЯ. *Розв'яжіть задачу.* Мінімальна концентрація цукру, що створює відчуття солодкого смаку, становить 0,01 моль/л. Полічіть і вкажіть, скільки грамів цукру потрібно розчинити в склянці чаю (200 мл), щоб відчути смак солодкого.

САМОКОНТРОЛЬ ЗНАНЬ З ТЕМИ

1. Позначте місце, де фокусується зображення предмета в разі короткозорості: а) на сітківці; б) перед сітківкою; в) поза сітківкою; г) у кришталику.

2. Виберіть окуляри з відповідними лінзами для людей з короткозорістю: а) двоввігнутим склом; б) двоопуклим склом; в) кольорові; г) окуляри не потрібні.

3. Укажіть орган чуття, який містить рецептори нюху: а) ніс; б) шкіра; в) око; г) вухо.

4. Позначте складову ока, яка містить пігмент меланін, що зумовлює колір очей: а) рогівка; б) зіниця; в) райдужка; г) білкова оболонка.

5. Яким стає кришталик під час розглядання близько розташованих предметів: а) сплощеним; б) опуклішим; в) його форма не змінюється?

6. Де фокусується зображення від предметів у разі далекозорості: а) перед сітківкою; б) за сітківкою; в) на сітківці; г) на жовтій плямі?

7. Позначте інтенсивність звуку (дБ), яка може спричинити порушення слуху: а) 40; б) 50; в) 60; г) 100.

8. Укажіть частину язика, де розташовані рецептори, що розрізняють смак солодкого: а) на кінчику; б) на корені; в) по краях; г) на кінчику і по краях.

9. Назвіть складові чутливої частини зорової сенсорної системи: а) палички та колбочки; б) райдужка; в) кришталик; г) склисте тіло.

10. ***Розв'яжіть задачу***. Якщо гігієнічна норма інтенсивності звуку становить 40 дБ (децибел), то у скільки разів перевищує норму шум під час дискотеки, що становить 110 дБ? а) у 1,75; б) у 2,75; в) у 3,75; г) у 4,75. Поясніть, які можуть бути наслідки захоплення гучною музикою.

Тема 9

ВИЩА НЕРВОВА ДІЯЛЬНІСТЬ

Відомий грецький філософ Сократ (4–5 ст. до нашої ери) висунув девіз: «Пізнай самого себе». Чи можна пізнати себе? Які знання потрібні для цього? Чому люди такі різні за характером, темпераментом, ставленням до роботи?



§ 47. ПОНЯТТЯ ПРО ВИЩУ НЕРВОВУ ДІЯЛЬНІСТЬ. ПРИРОДЖЕНІ МЕХАНІЗМИ ПОВЕДІНКИ ЛЮДИНИ

Пригадайте, що таке безумовні та умовні рефлекси, інстинкти. Що таке адаптації? Що таке ядра головного мозку?

Що таке вища нервова діяльність? ***Людина як біосоціальна істота*** постійно пристосовується до умов середовища, у якому живе. Крім природних впливів (зміни інтенсивності дії температури, тиску, рівня освітленості, вологості повітря тощо), їй доводиться стикатися і з соціальними чинниками (співіснування в різних соціальних групах: сім'ї, школі тощо). Відповідно людина постійно змінює свою поведінку, аби задовольнити потреби в підтриманні життєдіяльності та свого соціального становлення. Біологічно доцільні реакції організму людини на дію подразників зовнішнього і внутрішнього середовища забезпечують три пристосувальні механізми: безумовні (вроджені) рефлекси, умовні (набуті) рефлекси і розумова діяльність.

Ідею про те, що вся психічна діяльність людини є рефлекторною, уперше висловив 1863 року видатний учений-фізіолог І.М. Сєченов (мал. 179). На початку XX ст. її експериментально підтвердив І.П. Павлов (див. мал. 40).

Безумовно- та умовно-рефлекторна діяльність людини взаємопов'язані й разом становлять вищу нервову діяльність. Вона є функцією кори великих півкуль та підкіркових ядер.



Мал. 179. І.М. Сєченов (1829–1905)

ЗАПАМ'ЯТАЙТЕ! **Вища нервова діяльність** – це сукупність взаємопов'язаних нервових процесів, що відбуваються в корі та підкіркових центрах головного мозку і забезпечують досконалі пристосування людини до мінливих умов існування. Сукупність реакцій організму, спрямованих на встановлення життєво необхідних зв'язків з навколишнім середовищем, називають **поведінкою.**

У людини вища нервова діяльність вирізняється складністю і багатогранністю проявів. Умовно її можна поділити на три групи:

- *інтелектуальні процеси*, які зумовлюють пізнавальну діяльність людини;
- *емоційні процеси*, завдяки яким виявляється ставлення людини до навколишніх явищ, самої себе та інших людей;
- *вольові процеси*, які забезпечують цілеспрямованість діяльності людини.

Яка роль безумовних рефлексів у поведінці людини?

Ви вже знаєте, що **безумовні рефлекси** – спадкові та майже не змінюються протягом життя. У здійсненні їх беруть участь спинний мозок, стовбур і підкіркові ядра головного мозку. Ці рефлекси контролює кора великих півкуль. Подразники, які зумовлюють ці рефлекси, називають ***безумовними***.

ЗАПАМ'ЯТАЙТЕ! **Подразники** – це будь-які впливи, здатні спричиняти біологічні реакції живих клітин, тканин та органів, зміни їхніх структур і функцій. Такі реакції називають **подразненням**.

Подразники діють на рецептори (*пригадайте, які ви знаєте рецептори*). Вони бувають *зовнішніми* (різноманітні зміни умов довкілля – світлові, температурні, хімічні, звукові, механічні тощо) та *внутрішніми* (зміни складу та властивостей внутрішнього середовища біологічних систем, механічні подразнення внутрішніх структур організму).

Безумовні рефлекси в людини відіграють провідну роль у забезпеченні реакцій організму відразу після народження. У подальшому вони стають підґрунтям для утворення умовних рефлексів.

ЗАПАМ'ЯТАЙТЕ! Безумовні рефлекси проявляються однаково в кожної людини і забезпечують її пристосування до умов життя. Нервові центри безумовних рефлексів розташовані у спинному мозку, стовбурі та підкіркових ядрах головного мозку.

Які розрізняють основні види безумовних рефлексів? До основних видів безумовних рефлексів належать дихальні, харчові, хапальні, захисні, орієнтувальні та статеві.

Дихальні рефлекси – це рефлекторні дихальні рухи, що забезпечують вдих і видих. ***Харчові рефлекси*** – смоктальний, виділення травних соків, жування, ковтання. (*Пригадайте, де розташовані центри дихання, слиновиділення, жування і ковтання.*)

Хапальні рефлекси спостерігають у новонароджених (мал. 180, 1). Для дітей хапальний рефлекс не має великого значення, але для мавп він дуже важливий, тому що дає змогу схоплювати їжу, пересуватися кронами дерев тощо (мал. 180, 2).

Захисні рефлекси забезпечують захист організму від дії різних чинників: відсмикування руки від гострого предмета, кашель і чхання в разі потрапляння в дихальні шляхи сторонніх часточок, мигання повік очей, зіничний рефлекс тощо. (*Пригадайте, де розташовані центри кашлю, чхання.*) Дослідіть зіничний рефлекс, виконавши лабораторне дослідження.





Мал. 180. Хапальний рефлекс: 1 – у дитини; 2 – у дорослої мавпи

ЛАБОРАТОРНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ

Визначення реакції зіниць на світло

Обладнання: лампа-освітлювач із рефлектором.

1. Прикрийте на 3–5 с одне око долонею, а потім швидко відведіть руку, спрямовуючи в око світло. Спостерігайте, як змінюється діаметр зіниці під час освітлювання ока.
2. Знову прикрийте око долонею. Через 30 с зверніть увагу на діаметр зіниці.
3. Зробіть висновок, як змінився діаметр зіниці при освітленні й після нього. Чому? Яке це має значення?

Багато безумовних рефлексів проявляються не відразу після народження, а тільки через певний час. Наприклад, ***орієнтувальний рефлекс***, або *рефлекс «що таке?»*, – це відповідь на нові або біологічно важливі (світло, звук та інші) подразники. Він виникає щоразу, коли з'являється несподіваний або новий подразник, і людина на нього реагує повертанням голови.

Сукупність послідовних безумовних рефлексів, що виникають на подразнення зовнішнього і внутрішнього середовища організму і визначають забезпечення певної життєвої функції, називають **інстинктом** (материнські, статеві тощо).

Інстинкти в людини можуть проявлятися по-різному, залежно від її внутрішніх потреб, конкретної ситуації, змінюватися з віком. Наприклад, інстинкт самозбереження може проявлятися як втечею від небезпеки, обережною поведінкою, так і агресією. Материнський інстинкт – потреба матері дбати про дитину та захищати її. Інколи він сильніший за інстинкт самозбереження.

✿ ***Ключові терміни і поняття:*** **вища нервова діяльність, поведінка людини, безумовні рефлекси, інстинкти.**

УЗАГАЛЬНИМО ЗНАННЯ

- Поведінка людини – це складний комплекс пристосувань, спрямованих на задоволення потреб організму, які зовнішньо проявляються в певних діях.
- У процесі еволюції людини закріпилися стабільні форми реакцій на подразники зовнішнього та внутрішнього середовища, які називають безумовно-рефлекторними. Систему вроджених (безумовно-рефлекторних) поведінкових реакцій, спрямованих на здійснення певних життєвих функцій, у тому числі – на продовження роду і збереження виду, називають інстинктами.

ПЕРЕВІРТЕ ТА ЗАСТОСУЙТЕ ЗДОБУТІ ЗНАННЯ

Дайте відповідь на запитання

1. Що таке вища нервова діяльність? 2. Що таке поведінка людини? 3. Які основні безумовні рефлекси ви знаєте? Яке вони мають значення? 4. Що таке інстинкти? Яке вони мають значення в житті людини?

Виберіть одну правильну відповідь

Виберіть правильне твердження: 1) багато безумовних рефлексів виявляються не відразу після народження, а тільки через деякий час; 2) на основі безумовних рефлексів здійснюються регуляція та узгоджена діяльність різних органів; а) правильне перше твердження; б) правильне друге твердження; в) обидва твердження правильні; г) обидва твердження неправильні.

ОБГОВОРІТЬ У ГРУПАХ. Охарактеризуйте вищу нервову діяльність людини. Наведіть приклади безумовних рефлексів.

ТВОРЧЕ ЗАВДАННЯ. Пригадайте з курсу біології 7-го класу особливості поведінки ссавців. Що спільного та відмінного в ній та в поведінці людини (на конкретному прикладі)?

§ 48. УМОВНІ РЕФЛЕКСИ. ФОРМУВАННЯ ПОВЕДІНКОВИХ РЕАКЦІЙ ЛЮДИНИ

Пригадайте, що таке рефлекси, інстинкти. Які рефлекси називають орієнтувальними?

Які умови формування умовних рефлексів? **Умовні рефлекси** утворюються в процесі життя зазвичай на основі безумовних під впливом певних чинників зовнішнього середовища. Подразники, які спричиняють ці рефлекси, називають ***умовними***. З віком кількість утворених умовних рефлексів зростає, при цьому накопичується певний досвід.

І.П. Павлов довів утворення умовних рефлексів на базі безумовних у дослідах над собаками. Він вивчав рефлекторну регуляцію слиновиділення: коли тварині давали їжу, то спостерігали виділення слини – прояв безумовного харчового рефлексу. Потім за 30 с до годування перед твариною вмикали світло (електричну лампочку), на яке собака реагувала повертанням до світла голови (безумовний орієнтувальний рефлекс). Оскільки на цьому етапі досліду світло було ***байдужим подразником*** для виділення слини, то до моменту прийняття їжі вона не виділялася. Після кількох поєднань ввімкнення світла і наступним годуванням світло перетворилося на ***умовний подразник***: коли його вмикали, спостерігали виділення слини. Таким чином, умовний рефлекс утворився на базі безумовного: байдужий подразник (світло) при повторенні його перед годуванням (безумовний подразник) став умовним.

Які властивості умовних рефлексів? ***Умовні рефлекси є індивідуальними***, тобто в кожної особини формуються протягом усього життя незалежно від інших.

Умовні рефлекси не є постійними: за зміни умов зовнішнього середовища одні з них можуть зникати, а інші – виникати. Таким чином, людина може позбутися тих умовних рефлексів, які втратили своє значення за нових умов. Натомість формуються нові, що забезпечують адаптації до таких змін.

ЗАПАМ'ЯТАЙТЕ! Для утворення умовного рефлексу потрібна дія байдужого подразника, а також обов'язкове виконання таких умов:

- дія умовного подразника має передувати дії безумовного; певний час їхня дія має збігатися;
- сила дії та біологічне значення умовного подразника повинні бути слабшими, ніж безумовного;
- умовний подразник має неодноразово підкріплюватися дією безумовного;
- потрібно періодично повторювати дію умовного рефлексу для його закріплення.

Фізіологічний механізм виникнення умовного рефлексу виділення слини у собаки в досліді І.П. Павлова можна пояснити так. На початку збудження від смакових рецепторів язика під час годування собаки надходило до центрів смакової чутливості, розташованих як у відділах стовбуру головного мозку, так і в корі великих півкуль. Після аналізу та перетворення збудження із центрів смакової чутливості через вставні нейрони воно передавалося на центр слиновиділення, а звідти – до слинних залоз, які виділяли слину. Ця діяльність безумовно-рефлекторна. Коли ж вмикали лампочку (умовний подразник), збудження від фоторецепторів у сітківці ока передавалося у відповідні підкіркові центри, а звідти – у зорові центри в потиличних ділянках кори великих півкуль головного мозку.

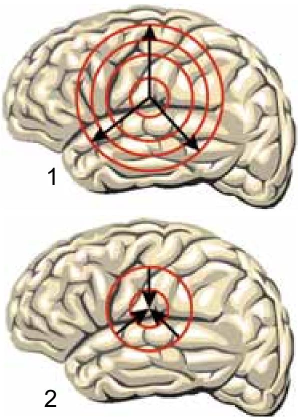
За періодичного повторення поєднання безумовного (їжа) та умовного (світло) подразників, збудження, яке виникало внаслідок дії умовного подразника, передавалося до нервового центру безумовного рефлексу слиновиділення ще до прояву дії безумовного подразника. Оскільки інтервал між дією умовного і безумовного подразників незначний, то між відповідними нервовими центрами утворювався ***тимчасовий нервовий зв'язок***. Завдяки цьому збудження із центру зору потрапляє до центру травлення, а потім – до слинних залоз, що й спричиняло виділення слини у відповідь на світло без подачі їжі.

У людини умовні рефлекси утворюються не тільки у відповідь на конкретні сигнали (шкільний дзвінок), а й на почуті або прочитані слова, цифри, малюнки. Наприклад, у людини, яка колись куштувала лимон, навіть словесна згадка про нього спричиняє слиновиділення. У цій умовно-рефлекторній реакції бере участь ще й пам'ять, оскільки інформацію про смак лимона закарбовано в корі великих півкуль.

Стійке закріплення в корі великих півкуль певної послідовності умовно-рефлекторних реакцій називають **динамічним стереотипом**. Для виникнення динамічного стереотипу потрібен багаторазовий вплив подразників, які діють з постійними інтервалами між ними. На формуванні динамічного стереотипу в людини базується виникнення навичок і звичок (наприклад, їзда на велосипеді, ковзанах тощо).

Формування умовних рефлексів, їхнє об'єднання у складні умовно-рефлекторні поведінкові реакції можливе завдяки взаємодії двох форм нервового процесу: збудження та гальмування.

Що таке гальмування умовних рефлексів? ***Гальмування*** – це процеси, які приводять до послаблення або припинення збуджень у центральній



Мал. 181. 1 – іррадіація; 2 – концентрація

нервовій системі. Розрізняють зовнішнє та внутрішнє гальмування. *Зовнішнє* (безумовне) *гальмування* розвивається на початку дії зовнішнього сильного подразника, який спричиняє нове збудження в корі великих півкуль. Це збудження гальмує інші, слабші.

Прикладом такого явища слугує припинення виділення травних соків під час їжі у зв'язку з відчуттям сильного болю. Різновидом зовнішнього є *позамежне гальмування* в разі дії умовного подразника з дуже великою силою. Воно оберігає нервову систему від надмірного збудження і виснаження. Біологічне значення зовнішнього гальмування умовних рефлексів полягає в забезпеченні реакції на основний, найважливіший для організму в даний момент стимул (наприклад, написання контрольної роботи).

Внутрішнє (умовне) гальмування виникає, коли умовний подразник не підкріплюється безумовним. Прикладом умовного гальмування є правила в спортивній діяльності, як-от: заборона певних дій у спортивній грі в певних зонах майданчика, певні обмеження під час навчання і виховання, у поведінці людини в суспільстві.

Гальмування, як і збудження, координує рефлекторну діяльність. Наприклад, скорочення і розслаблення м'язів є результатом послідовних змін збудження і гальмування. Якби не було гальмування, організм виконував би багато непотрібних реакцій у відповідь на різні умовні подразники, що перестали підкріплюватися безумовними.

Як взаємодіють збудження та гальмування в корі великих півкуль головного мозку? Процеси збудження та гальмування як основні процеси діяльності центральної нервової системи ґрунтуються на певних закономірностях. Виникаючи у відповідних центрах, вони здатні поширюватися по всій центральній нервовій системі. Це явище дістало назву ***іррадіації***. Протилежний процес – обмеження, скорочення зони джерела збудження або гальмування, називають ***концентрацією*** (мал. 181).

Іррадіацію і концентрацію можна спостерігати під час утворення рухових умовних рефлексів. На першій стадії утворення рухових навичок унаслідок поширення збудження скорочується багато м'язів, які не потрібні для виконання цього руху. І тільки в процесі багатьох повторень (вправ) у результаті концентрації процесу збудження в необхідних ділянках кори рухи стають висококоординованими.

✿ ***Ключові терміни і поняття:*** **умовний рефлекс, тимчасовий нервовий зв'язок, збудження, гальмування, іррадіація, концентрація.**

УЗАГАЛЬНИМО ЗНАННЯ

- Умовні рефлекси дають змогу людині пристосувати свою поведінку відповідно до змін зовнішнього середовища. Основою механізму утворення умовних рефлексів є встановлення тимчасових нервових зв'язків у корі кінцевого мозку між нервовими центрами безумовного й умовного подразників.
- Діяльність нервової системи базується на процесах збудження і гальмування. Під час збудження здійснюються рефлекторні реакції, а під час гальмування вони

припиняються. За допомогою гальмування людина позбувається рефлексів, що втратили пристосувальне значення, навчається розрізняти подібні подразники, краще пристосовується до змін умов навколишнього середовища. Збудження і гальмування можуть поширюватися або концентруватися в певних нервових центрах. Ці процеси забезпечують координацію роботи нервових центрів.

ПЕРЕВІРТЕ ТА ЗАСТОСУЙТЕ ЗДОБУТІ ЗНАННЯ

Дайте відповідь на запитання

1. Чим відрізняються умовні рефлекси від безумовних? 2. Які умови потрібні для утворення умовних рефлексів? 3. Який механізм утворення умовних рефлексів? 4. Що таке тимчасовий нервовий зв'язок? Як він утворюється? 5. Що таке гальмування? Які форми гальмування ви знаєте? Чим вони відрізняються? 6. Що таке іррадіація і концентрація?

Виберіть одну правильну відповідь

1. Укажіть характеристики умовних рефлексів: а) видові; б) індивідуальні; в) постійні.
2. Укажіть процес, який відбувається в результаті, коли дія умовного подразника не підкріплюється безумовним: а) концентрація; б) гальмування; в) збудження.

ОБГОВОРІТЬ У ГРУПАХ. Схарактеризуйте умови виникнення умовних рефлексів. Яке біологічне значення гальмування умовних рефлексів?

ПОМІРКУЙТЕ. 1. Чому людина, яка читає цікаву книжку, часто не помічає, що діється довкола? 2. Чому зубний біль удень відчувається слабко, а вночі стає нестерпним?

ТВОРЧЕ ЗАВДАННЯ. Порівняйте умовні та безумовні рефлекси.

§49. ПОНЯТТЯ ПРО СИГНАЛЬНІ СИСТЕМИ. МОВА. МИСЛЕННЯ. СВІДОМІСТЬ

Пригадайте, завдяки яким сигналам тварини орієнтуються в навколишньому середовищі. Що таке сенсорна система? Які сенсорні системи є в людини?

Поведінка людини складна. У ній задіяні механізми не лише безумовних та умовних рефлексів, а також розумової діяльності. Якщо інстинктивна діяльність людини часто проявляється неусвідомленими діями, то розумова діяльність спрямовує її поведінку відповідно до законів суспільства, традицій. Розумова діяльність є найскладнішою формою індивідуальної поведінки, яка є результатом постійного утворення нових нервових зв'язків, що ґрунтуються на минулому досвіді.

Що таке сигнальні системи? Які сигнальні системи є в людини? Одна з важливих функцій кори великих півкуль головного мозку – забезпечення функціонування та розвиток сигнальних систем.

Сигнальна система – сукупність рефлекторних процесів, які забезпечують сприймання та аналіз інформації, а також формування відповідних реакцій організму на певні подразники.

Перша сигнальна система людини сприймає за допомогою відповідних сенсорних систем різноманітні подразники (сигнали) навколишнього середовища. Нервові центри першої сигнальної системи розташовані в корі великих півкуль. Вона слугує основою для утворення умовних рефлексів.

Друга сигнальна система проявляється в спілкуванні за допомогою усної та писемної мови. Мовні функції людини пов'язані з функціонуванням багатьох структур головного мозку. Усна мова формується переважно за допомогою скроневої та лобової часток лівої півкулі, а писемна – тім'яних, скроневих і лобових часток. Слова, які вимовляє людина, чує чи читає, становлять собою умовні подразники, які сприймає і розрізняє кора великих півкуль головного мозку.

Слова – це символи конкретних предметів і явищ навколишнього середовища. Тобто слово є сигналом сигналів. Словами людина позначає все, що сприймає за допомогою органів чуття. Дія слова як сигналу визначається смисловим значенням, зв'язком із певними предметами навколишнього середовища. Людина за допомогою слів узагальнює поняття не тільки про предмети, їхні властивості, явища, а також свої почуття.

За допомогою ***мови*** інформація аналізується й узагальнюється, людина розмірковує, формулює висновки. Мова потрібна людині для навчання та спілкування, унаслідок чого від покоління до покоління може передаватись накопичений досвід. Дитина здатна до вивчення мови від народження. Якщо вона з якихось причин ізольована від людського оточення, то ця здатність не реалізується.

ЗАПАМ'ЯТАЙТЕ! Мова набула величезного значення у вищій нервовій діяльності людини, яка базується на тісних взаємодіях двох сигнальних систем (мал. 182). Мова – це унікальна властивість людини, яка дає змогу за допомогою знаків-символів (слів) не тільки озвучувати думку, а й виражати її в письмовій формі.

Мовні сигнали (звукові – усні та зорові – письмові) сприймають слухові й зорові центри, розташовані переважно в лівій півкулі. Ці нервові центри утворюють єдину функціональну систему, яка забезпечує сприйняття і аналіз різних форм мовних сигналів та їхнє звукове перетворення.

Які прояви вищої нервової діяльності людини? На все, що людина сприймає з навколишнього середовища, вона відповідає різними діями – імпульсивними (негайними), мимовільними або довільними (свідомими).

Із розвитком мови розвивалось і мислення. Мова і мислення завжди перебувають у нерозривному зв'язку. **Мислення** – це функція кори великих півкуль головного мозку, яка дає змогу людині за допомогою символів (слів та образів) уявити та виразити своє ставлення до реально існуючих і уявних предметів та явищ навколишнього середовища, свої життєві інтереси.



Мал. 182. Взаємодія двох сигнальних систем

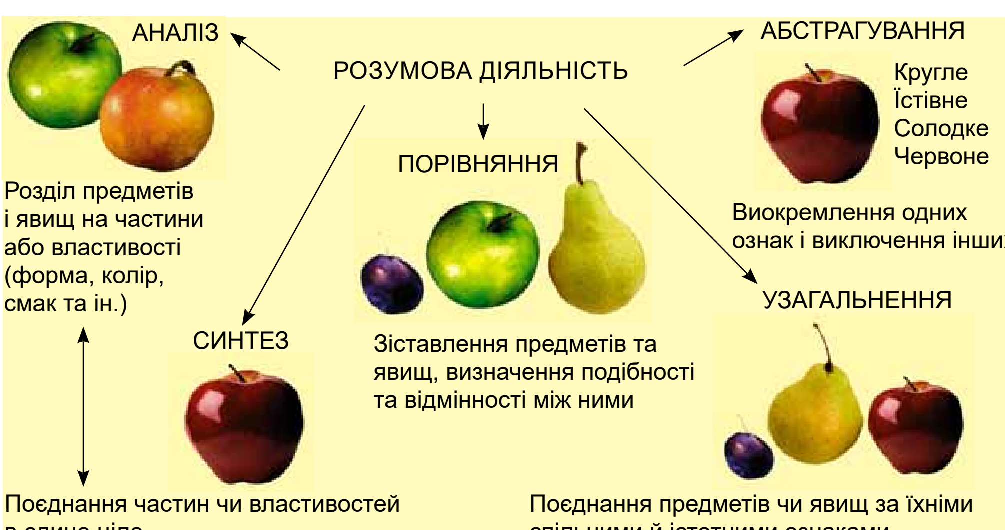
Людина думає словами. Завдяки їм вона здатна створювати образи конкретних та уявних предметів і явищ, тобто у неї розвинене **абстрактне мислення**. Наприклад, слово «дерево» узагальнює багато конкретних порід дерев: дуба, липи, берези та інших. Людина за потреби здатна виниклі тимчасові зв’язки діставати з пам’яті, створювати різноманітні їхні комбінації, узагальнювати побачене та почуте. Такий тип мислення притаманний тільки людині. Абстрактне мислення дає змогу розвивати свої природні здібності, створювати культуру, займатися наукою тощо.

У процесі мислення головний мозок людини виконує складні **розумові операції**, використовуючи поняття, судження, умовиводи, результатом яких є припущення, прогнози, прийняття рішень (мал. 183). Ви часто виконуєте розумові операції на уроках під час засвоєння нового навчального матеріалу або його відтворення. Виконання розумових операцій залежить від індивідуальних особливостей мислення конкретної людини.

У прояві **індивідуальності мислення** велике значення має ***самостійність***: здатність людини ставити нові завдання й розв’язувати їх, опрацьовувати самостійно отриману інформацію, формувати свою власну думку та нею керуватися.

Критичність мислення виявляється в здатності людини не потрапляти під вплив чужих думок, оцінювати позитивні та негативні аспекти явища чи факту, виявляти цінне в них. Людина з критичним мисленням вимогливо оцінює і свої власні думки, рішення, вчинки та виявляє самокритичне ставлення до своїх дій.

Гнучкість мислення виявляється в умінні швидко змінювати свої дії за зміни ситуації. Людина з гнучким мисленням набагато швидше адаптується до змін оточення. ***Глибина мислення*** виявляється в умінні проникати в сутність складних питань, бачити проблему там, де її не помічають інші, передбачати можливі наслідки подій і процесів. ***Широта мислення*** виявляється в здатності охопити широке коло питань.



Мал. 183. Приклад розумових операцій (за М.А. Гализа, І.А. Домашенко). ***Завдання***. *Користуючись малюнком, охарактеризуйте розумові операції, які людина виконує щодня*

Послідовність мислення – уміння дотримуватися логічної наступності під час висловлювання суджень, їхнього обґрунтування. Щоб дотримуватися послідовного викладення навчального матеріалу, потрібно подумки скласти план його подачі.

Швидкість мислення виражається в здатності швидко розібратися у складній ситуації та прийняти правильне рішення.

Часто людина використовує **уяву**. Це психічні процеси, що базуються на її досвіді. У результаті такої складної роботи мозку в людини формується **уявлення** – наочний образ предмета, явища, можлива схема рішення, яку можна перевірити в діях, на практиці.

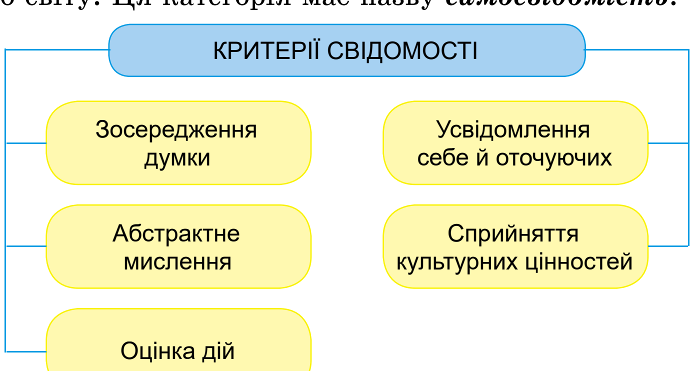
Своє ставлення до конкретних або уявних предметів чи подій людина виражає за допомогою ***емоцій***. Це суб'єктивні переживання, у яких виявляється ставлення людини до довколишнього світу і до себе. Емоції поділяють на *позитивні* (радість, задоволення, захоплення, кохання тощо) і *негативні* (жах, гнів, огида тощо). Уміння керувати своїми емоціями та вчинками люди набувають у процесі виховання.

Під час пізнання навколишнього світу формуються ***відчуття***. Відбиття в головному мозку цілісного образу предмета чи явища називають ***сприйняттям***. ***Увага*** – процес, у результаті якого отримана інформація стає доступною для аналізу, тобто доходить до свідомості. Стійкість уваги підвищується за активного осмислення – ***зосередження***.

ЗАПАМ'ЯТАЙТЕ! Друга сигнальна система дає змогу позначати словом не тільки безпосередні подразники, а й складні їхні взаємозв'язки, оперувати словами під час аналізу та синтезу явищ навколишнього світу. Вона узагальнює сигнали першої сигнальної системи. Мова і мислення відіграють велику роль у становленні свідомості людини, розвиткові її психіки.

Що таке свідомість? Які її фізіологічні основи? **Свідомість** – це прояв вищої нервової діяльності, який полягає у відображенні дійсності та довільному регулюванні взаємозв'язків людини з навколишнім середовищем, зокрема із суспільством. Розвиток свідомості став можливим тільки завдяки спілкуванню людей між собою, колективній праці. Таким чином, свідомість – це результат не тільки функціонування вищих відділів нервової системи (кора великих півкуль), а й суспільного життя людини (мал. 184).

Людина є єдиною живою істотою на Землі, яка здатна усвідомлювати не лише те, що її оточує, але й себе, своє ставлення до предметів та явищ зовнішнього світу. Ця категорія має назву ***самосвідомість***.



Мал. 184. Критерії свідомості

✿ *Ключові терміни і поняття:* **перша сигнальна система, друга сигнальна система, мова, мислення, абстрактне мислення, свідомість.**

УЗАГАЛЬНИМО ЗНАННЯ

● Вища нервова діяльність людини базується на аналізі інформації, що надходить у мозок через дві сигнальні системи. Перша сигнальна система представлена органами чуття, друга – мовою. Дія слова як сигналу визначається його смисловим, а не звуковим значенням. Мова є основою мислення, що притаманно тільки людині.

● Свідомість – один із найскладніших психічних процесів, який визначає ставлення людини до навколишнього світу. Свідомість тісно пов'язана з мовою.

ПЕРЕВІРТЕ ТА ЗАСТОСУЙТЕ ЗДОБУТІ ЗНАННЯ

Дайте відповідь на запитання

1. Що таке сигнальні системи? 2. У чому полягає відмінність між першою та другою сигнальними системами? 3. Як здійснюється мовна функція в людини? 4. Що таке мислення? Які фізіологічні основи мислення? 5. Що таке свідомість?

Виберіть одну правильну відповідь

Укажіть сигнал, який людина визначає за смисловим значенням: а) звук; б) світло; в) слово; г) температура.

ОБГОВОРІТЬ У ГРУПАХ. I група. Сигнальні системи. II група. Значення другої сигнальної системи. III група. Значення мови для людини. IV група. Зв'язок мови і мислення.

ПОМІРКУЙТЕ. Так звані «мауглі» – виховані тваринами діти, які потрапили в людське суспільство після 5 років, зазвичай не оволодівали людською мовою. Чому?

ТВОРЧЕ ЗАВДАННЯ. Порівняйте характеристики першої та другої сигнальних систем.

§ 50. НАВЧАННЯ ТА ПАМ'ЯТЬ

Пригадайте, що таке умовні рефлекси, імпринтинг.

Що таке навчання і які його види? **Навчання** – це пристосувальні (адаптивні) зміни індивідуальної поведінки в результаті попереднього досвіду. Воно базується на психофізіологічних процесах, які постійно відбуваються в головному мозку людини. За допомогою умовних рефлексів навчання робить поведінку людини краще пристосованою до будь-якої зовнішньої ситуації.

Розрізняють такі види навчання: фіксація (імпринтинг), звикання, навчання шляхом «спроб і помилок», приховане (латентне) навчання, осяяння (інсайт). ***Фіксація***, або ***імпринтинг***, – це властивість новонароджених і немовлят під час розвитку аналізаторів фіксувати в пам'яті образи своїх батьків, оточення тощо. Вони не лише запам'ятовують образ матері, поведінку батьків, різні події, але й відтворюють їх. У подальшому ця набута форма поведінки перетворюється на складну умовно-рефлекторну діяльність.

АКТИВІЗУЙТЕ СВОЇ ЗНАННЯ

Пригадайте: імпринтинг можна спостерігати серед тварин (наприклад, курчат, каченят, гусенят), у яких після того, як сформується зорова сенсорна система, виникає рефлекс наслідування. Вони закарбовують будь-який об'єкт, який рухається, і починають за ним прямувати, як за матір'ю. Проте такий стан є короткочасним, усього 13–18 годин після вилуплення з яйця.

Звикання – найдавніший і найпоширеніший вид навчання. Звикання відбувається несвідомо. Нервова система через деякий час перестає реагувати на повторювані одноманітні сигнали. Що частіше застосовують певний подразник, то швидше відбувається звикання.

Навчання шляхом «спроб і помилок» детально описав американський психолог Е. Торндайк. Наприклад, щоб навчитися бездоганно плавати, доводиться здійснювати безліч спроб, допускаючи й помилки. Із часом досвіду стає більше та й людина допускається менше помилок.

Приховане, або ***латентне, навчання*** спрямоване на задоволення безпосередньої потреби, наприклад, у додаткових знаннях. Під час читання науково-популярного журналу або участі в гуртках за інтересами ми отримуємо інформацію, яка, на перший погляд, ніби другорядна, але із часом може мати життєво або професійно важливе значення.

Осяяння, або ***інсайт***, – це вища форма навчання, основою якого є здогадка, раптове розуміння істотного у структурі, ситуації в цілому.

Що таке пам'ять і які її види? **Пам'ять** – комплекс процесів, які відбуваються в центральній нервовій системі, забезпечуючи накопичення, зберігання та відтворення індивідуального досвіду і досвіду інших людей, почутого чи прочитаного, переживань тощо.

Функціональний стан пам'яті залежить від роботи певних ділянок кори великих півкуль головного мозку, зокрема центрів різних почуттів і ділянок кори, які відповідають за зорову, слухову, рухову пам'ять тощо. Крім того, кора лобової та скроневої часток відповідає за стан пам'яті в цілому. Вважають, що всі відділи кори замкнуті між собою ланцюжками нейронів. Імпульси, що в них циркулюють, зумовлюють зміну біосинтетичної активності нервових клітин, що приводить до утворення біологічно активних речовин – «носіїв пам'яті». Для того щоб інформація відкладалася в пам'яті, потрібно її повторювати.

Як ми запам'ятовуємо? **Запам'ятовування** – це закріплення в пам'яті певних знань. Розрізняють запам'ятовування механічне й осмислене, мимовільне і довільне.

Механічне запам'ятовування ґрунтується на повторюванні матеріалу без його осмислення. Воно потребує звичних зусиль і багато часу. За такого способу запам'ятовування знання в пам'яті тримаються недовго і пригадати їх у потрібний момент дуже важко.

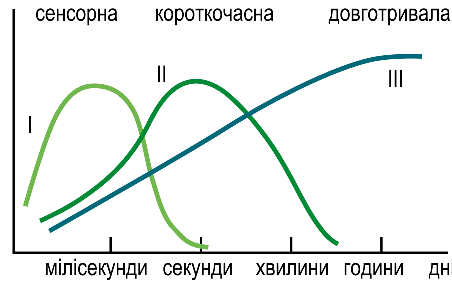
Осмислене запам'ятовування відбувається тоді, коли людина усвідомлює прочитане, намагається зрозуміти, про що йдеться, і запам'ятати суть навчального матеріалу.

Мимовільне запам'ятовування відбувається тоді, коли людина не ставить перед собою мети щось запам'ятати (наприклад, цікаві незвичайні факти чи об'єкти).

Довільне запам'ятовування потребує певних вольових зусиль з боку людини.

Усе, із чим людина стикається у повсякденному житті, не зникає безслідно, а зберігається в мозку у вигляді ***пам'ятних слідів***. Процес запам'ятовування можна поділити на етапи, які відрізняються тривалістю збереження інформації (мал. 185).

Перший етап – сенсорна пам'ять – триває мілісекунди. За цей час людина утримує інформацію на рівні сенсорних систем (зорової, слухової тощо). Вищі відділи мозку сприймають сигнали, що надійшли з довкілля. Якщо цього не відбувається, то менш ніж за секунду ці сліди стираються, і сенсорна пам'ять заповнюється новими сигналами.



Мал. 185. Графік тривалості різних видів пам'яті. ***Завдання***. *Користуючись малюнком, поясніть, як змінюється тривалість різних видів пам'яті*

Другий етап – короткочасна пам'ять – триває від кількох секунд до кількох хвилин. Цей час потрібний для розв'язання миттєвих задач. Якщо інформація не повторюється, вона зникає з пам'яті, не залишаючи відчутних слідів. Встановлено, що мозок людини одночасно може переробити і запам'ятати лише певний обсяг інформації. Він становить 7+2 інформаційних сигнали (слова, предмети, символи тощо). Наприклад, ми легко запам'ятовуємо номер телефону, який, зазвичай, не перевищує семи цифр.

Важлива для людини інформація з короткочасної пам'яті переводиться в довготривалу. Це *процес об'єднання слідів пам'яті*.

Третій етап – довготривала пам'ять – забезпечує тривале збереження знань, образів, переживань, які запам'ятовуються після багаторазового їхнього повторення і відтворення. Це глибинна пам'ять, що зберігає найважливіше і найпотрібніше. Інформація, яка потрапила в довготривалу пам'ять, може зберігатися годинами, днями, місяцями, роками і навіть протягом життя людини. Особливо міцно закладено в пам'яті події, що відбулися під впливом сильних емоцій.

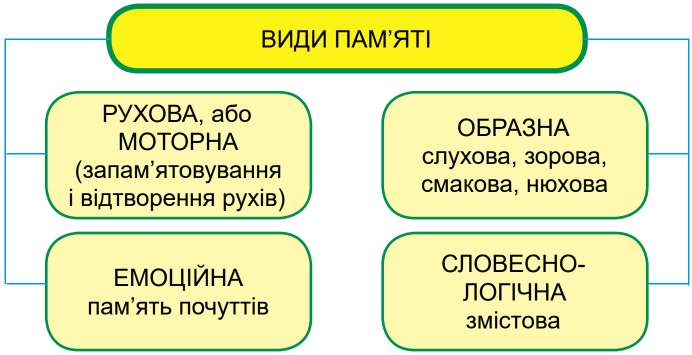
Отже, у пам'яті відкладається тільки частина отриманої інформації – тривалий час зберігаються основні поняття, узагальнення, а також важлива особиста інформація. Більшість інформації забувається, що оберігає мозок від перевантаження.

Інформацію в довготривалій пам'яті можна класифікувати на процедурну та декларативну пам'ять. ***Процедурна пам'ять*** – це пам'ять на дії (що і як потрібно робити). У ній найчастіше задіяні різні сенсорні (зорові, слухові, нюхові тощо) та рухові центри мозку.

Декларативна пам'ять – це запам'ятовування об'єктів, подій, епізодів, облич, місць тощо. Формування декларативної пам'яті пов'язане з діяльністю внутрішньої поверхні скроневих часток великих півкуль, включно із підкірковими структурами.

За характером психічної активності, що переважає в діяльності, розрізняють такі види пам'яті: рухова (моторна), емоційна, образна, словесно-логічна (змістова) (мал. 186).

Рухова, або ***моторна, пам'ять*** – це запам'ятовування і відтворення рухів. Є основою рухових навичок і звичайних рухів, а також формування різних практичних дій і трудових навичок. Завдяки цій пам'яті ми здатні виконувати найскладніші рухи: танцювати, писати, віртуозно грати на музичних інструментах тощо.



Мал. 186. Види пам'яті за характером цілей діяльності. ***Завдання.*** *Користуючись схемою, назвіть види пам'яті за характером цілей діяльності, охарактеризуйте їх і поясніть їхнє значення для людини*

Образна пам'ять – це збереження в пам'яті та відтворення колись сприйнятого життєво важливого об'єкта, його просторового розташування, кольору, звуків тощо. Вона пов'язана з певною сенсорною системою, тому виділяють зорову, слухову, смакову, нюхову образну пам'ять. Ці різновиди пам'яті мають значення у найрізноманітніших галузях людської діяльності (*наведіть приклади*).

Емоційна пам'ять зберігає пережиті емоції.

Словесно-логічна, або ***змістова, пам'ять*** – це запам'ятовування і зберігання в пам'яті, а потім відтворення прочитаних або почутих думок у словесній формі.

Виділяють також природжену (видову) та набуту пам'ять. ***Природжена пам'ять*** проявляється у вигляді безумовних рефлексів, інстинктів, характерних для всіх людей. ***Набута (індивідуальна) пам'ять*** формується в результаті навчання. Її механізми забезпечують зберігання та відтворення інформації, набутої протягом життя. Саме цей вид пам'яті має величезне значення для поведінки людини. Без здатності накопичувати, зберігати й відтворювати інформацію не можна було б планувати та здійснювати доцільні дії, здобувати нові знання.

Звичайно, різні види пам'яті тісно пов'язані між собою.

Як ми відтворюємо (згадуємо) запам'ятоване? **Відтворення** – це процес пригадування певних знань і викладення їх у логічній послідовності. Воно пов'язане з використанням пам'ятних слідів. Як і запам'ятовування, відтворення може бути мимовільним і довільним. Поштовх до ***мимовільного відтворення*** може бути незначним. Достатньо згадати, як ви пішли в перший клас, і відразу із цією подією виникне низка спогадів.

Для ***довільного відтворення*** потрібні вольові зусилля з боку людини, її бажання згадати щось конкретне. Наприклад, ви хочете пригадати матеріал, який вивчали на попередньому уроці. Пригадування значною мірою залежить від того, як інформація заклалася в пам'ять. Якщо учень добре засвоїв матеріал, то й пригадує його легко, якщо погано – на пригадування витрачається багато зусиль.

✿ ***Ключові терміни і поняття:*** **навчання, пам'ять, запам'ятовування, відтворення.**

УЗАГАЛЬНИМО ЗНАННЯ

- Пам'ять поділяють на природжену, яка існує у вигляді безумовних рефлексів та інстинктів, і набуту, що виникає в процесі індивідуального розвитку людини.
- Запам'ятовування буває механічне та осмислене. Пам'ять класифікують за характером цілей діяльності (мимовільна й довільна); за характером психічної активності, що переважає в діяльності (рухова, емоційна, словесно-логічна, образна); за тривалістю зберігання та закріплення матеріалу (сенсорна, короткочасна, довготривала).

ПЕРЕВІРТЕ ТА ЗАСТОСУЙТЕ ЗДОБУТІ ЗНАННЯ

Дайте відповідь на запитання

1. Що таке пам'ять? Яке значення вона має в житті людини? 2. Які основні характеристики пам'яті? 3. Що таке запам'ятовування? Які основні умови механічного й осмисленого запам'ятовування? Яку перевагу має осмислене запам'ятовування? 4. Як зберігається інформація в пам'яті людини? Які є види збереження інформації в пам'яті? 5. Які особливості довготривалої пам'яті?

Виберіть одну правильну відповідь

1. Виберіть вид пам'яті, яка забезпечує запам'ятовування, зберігання та відтворення рухів: а) моторна; б) емоційна; в) образна; г) змістова.
2. Виберіть вид пам'яті, яка забезпечує запам'ятовування, збереження та відтворення почуттів: а) моторна; б) емоційна; в) образна; г) змістова.
3. Виберіть вид пам'яті, яка забезпечує запам'ятовування, зберігання та відтворення прочитаного: а) моторна; б) емоційна; в) образна; г) змістова.

ОБГОВОРІТЬ У ГРУПАХ. Розкрийте види пам'яті за характером цілей діяльності (мимовільна і довільна); за характером психічної активності, що переважає в діяльності (рухова, емоційна, словесна (смислова), образна); за тривалістю зберігання і закріплення матеріалу (сенсорна, короткочасна, довготривала).

ПОМІРКУЙТЕ. Чому вірш, який ми вивчали в початковій школі, запам'ятовується на все життя?

Дослідницький практикум. Дослідіть різні види пам'яті.

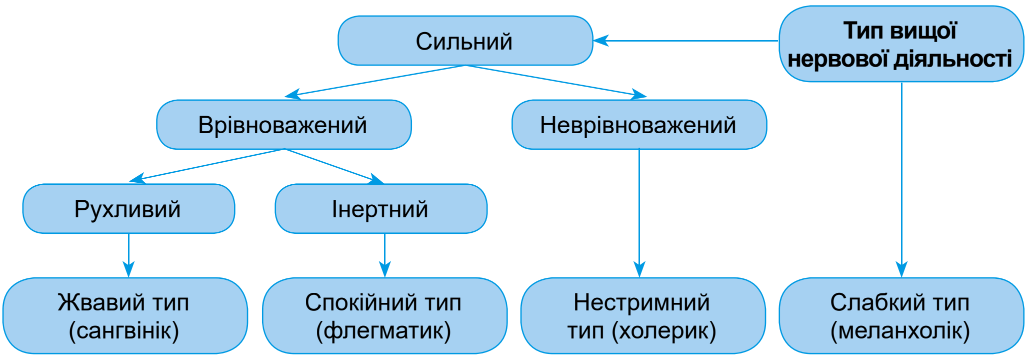
§ 51. БІОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ПСИХОФІЗІОЛОГІЧНОЇ ІНДИВІДУАЛЬНОСТІ ЛЮДИНИ

Пригадайте, що таке вища нервова діяльність.

Існує зв'язок між особливостями нервових процесів в організмі певної людини і типом вищої нервової діяльності, або темпераментом.

Які існують типи вищої нервової діяльності? І.П. Павлов експериментально довів, що тип вищої нервової діяльності визначається співвідношенням трьох властивостей нервової системи – сили, врівноваженості й рухливості нервових процесів: збудження та гальмування. ***Сила нервової системи*** – це її здатність реагувати на сильні й дуже сильні подразники без пригнічення (заціпеніння) (мал. 187). ***Врівноваженість*** визначається рівновагою між процесами збудження і гальмування. ***Рухливість*** нервових процесів визначається швидкістю переходу від збудження до гальмування і навпаки.

Учений виділив сильний тип вищої нервової діяльності та слабкий. Сильний тип він поділив на врівноважений та неврівноважений. Людям з ***врівноваженим типом вищої нервової діяльності*** притаманна мала рухливість



Мал. 187. Властивості нервової системи, комбінація яких визначає типи вищої нервової діяльності людини

процесів збудження і гальмування. Люди з більшою рухливістю процесів збудження належать до ***жвавого типу (сангвініки)***. Це енергійні наполегливі люди, які вміють швидко перебудовуватися під час зміни виду діяльності. Якщо ж у людей з врівноваженим типом вищої нервової діяльності процеси гальмування переважають над процесами збудження, ми маємо справу із спокійним типом. Люди ***спокійного типу (флегматики)*** більш інертні. Такі люди мають високу енергію і працездатність, але віддають перевагу більш спокійній роботі, повільно приймають рішення.

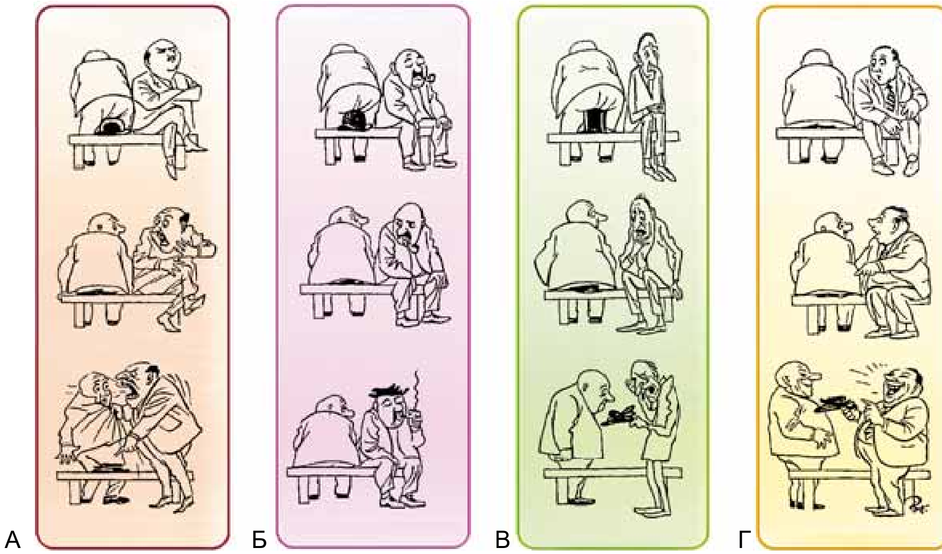
У людей із неврівноваженим типом вищої нервової діяльності процеси збудження чітко переважають над процесами гальмування. Це люди ***нестримного типу (холерики)***: вони сильні, але неврівноважені. Такі люди швидко захоплюються чимось, але дратівливі й вибухові у своїх емоційних проявах, що свідчить про переважання процесів збудження над гальмуванням. Нарешті, у людей із ***слабким типом вищої нервової діяльності*** процеси збудження та гальмування розвинені слабко. Такі люди ***(меланхоліки)*** вирізняються загальною слабкістю і втомлюваністю нервової системи. Вони нерішучі, підкоряються чужій волі, бояться відповідальності і часто самоізолюються.

Описані чотири типи вищої нервової діяльності є основними, але рідко трапляються в чистому вигляді. Найчастіше спостерігаються проміжні форми, з переважанням того чи іншого типу.

ЗАПАМ'ЯТАЙТЕ! Знання про типи вищої нервової діяльності слід враховувати в навчанні, вихованні, трудовій діяльності, спорті та ін.

Що таке темперамент і характер людини? Люди розрізняються за **темпераментом** – сукупністю індивідуальних особливостей, фізіологічною основою якої є певний тип вищої нервової діяльності (див. мал. 187). Основні компоненти темпераменту: загальна активність індивіда, його рухливість (рухова активність) та емоційність.

Ми вже згадували, що розрізняють чотири основні типи темпераменту: сангвінічний (жвавий); флегматичний (спокійний); холеричний (нестримний); меланхолічний (слабкий). Темперамент – це індивідуальна характеристика людини, що базується на особливостях її психічної діяльності: темпу, ритму, інтенсивності психічних процесів і визначає прояви її поведінки (мал. 188).



Мал. 188. Реакції людей з різним темпераментом на одну й ту саму ситуацію. ***Завдання.*** *Визначте за малюнком тип темпераменту людини в кожній ситуації*

Тип вищої нервової діяльності природжений, але в процесі життя під впливом умов довкілля, а особливо соціальних факторів, прояви темпераменту змінюються. Так формується **характер** – сукупність відносно сталих психічних особливостей, які проявляються в діяльності та духовному житті людини.

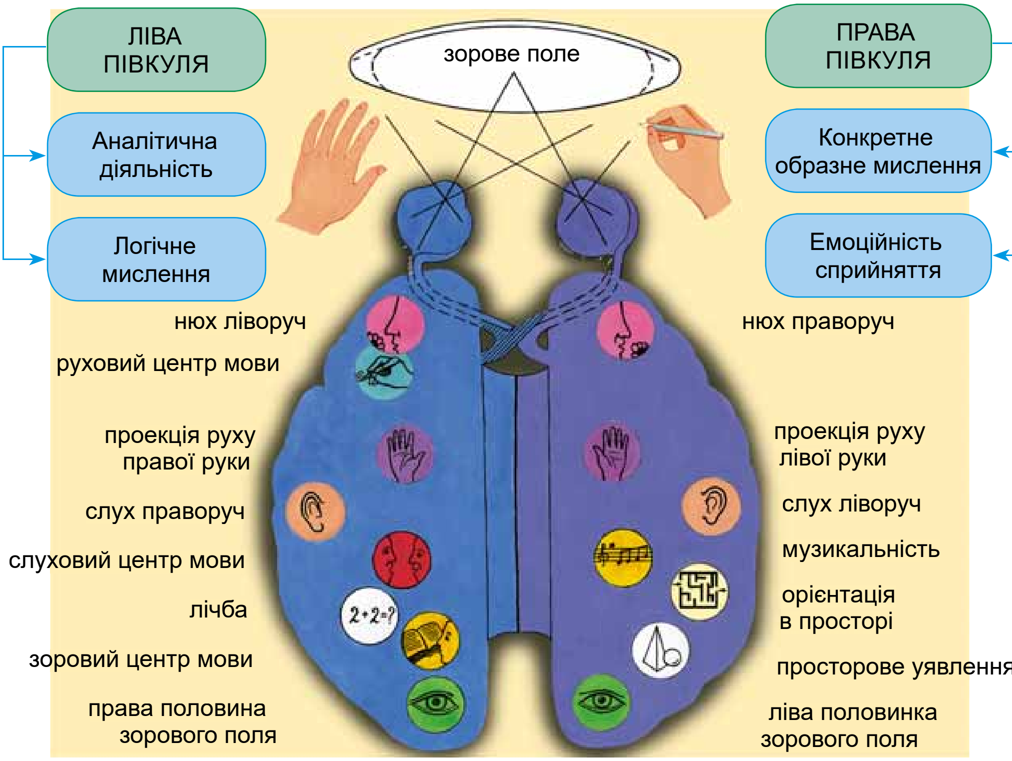
Вирішальна роль у формуванні характеру належить навчанню, вихованню та самовихованню. Суттєве значення для досягнення поставленої мети мають *вольові якості*, що розвивають такі риси характеру, як наполегливість, цілеспрямованість, рішучість, витриманість, дисциплінованість тощо.

Важливе значення у визначенні характеру має ставлення людини до праці, своєї справи, до інших людей, до себе. Оцінити людину можна насамперед за ***ставленням до роботи***. У процесі виконання роботи виявляються різноманітні риси характеру: ініціативність, наполегливість, працелюбність (або лінощі), прагнення до подолання труднощів (або страх перед труднощами), сумлінність, акуратність тощо.

Ставлення до інших людей проявляється в міжособистісних стосунках і залежить від обставин та оцінювання вчинків. За характером взаємостосунків люди бувають щирими (або нещирими), відкритими (або замкнутими), відвертими (або потайливими), чуйними (або нечуйними), доброзичливими (недоброзичливими), довірливими (недовірливими), похмурими, ввічливими.

Ставлення людини до самої себе залежить від рівня розвитку самосвідомості, здатності оцінювати себе.

У чому полягає функціональна спеціалізація кори великих півкуль? Фундаментальною основою психофізіологічної індивідуальності людини є функціональна спеціалізація півкуль кінцевого мозку. У будь-якому психічному процесі беруть участь обидві півкулі. Розгляньте малюнок 189. На ньому показано, що в лівій півкулі три центри мови:



Мал. 189. Загальна і функціональна спеціалізація кори великих півкуль. ***Завдання***. *За малюнком охарактеризуйте півкулі головного мозку*

- *руховий центр мови*, який забезпечує можливість писати;
- *слуховий центр*, який забезпечує можливість чути й розуміти мову іншої людини;
- *зоровий центр мови*, або центр читання і розуміння письмової мови; лічби (математичні здібності, логіка, наука).

Ліва півкуля більше пристосована до аналітичної діяльності й відповідає за логічне мислення людини, тобто за формулювання понять, побудову узагальнень, висновків, складання прогнозів тощо.

У **правій півкулі** містяться центри керування: орієнтацією в просторі (здатність до танців, гімнастики), центри, що визначають музикальність (сприйняття музики), просторове уявлення (скульптура, сприйняття художніх творів, живопису, фантазія). Отже, права півкуля спеціалізується на забезпеченні образного сприйняття навколишнього середовища на основі минулого досвіду, на формуванні особистісного емоційного ставлення до себе, інших людей і до предметів; є базою конкретного образного мислення, емоційного сприйняття оточення.

До особливостей півкуль належить розміщення центрів проекції руху правої і лівої руки. У лівій півкулі розташовані проекції руху правої руки, а в правій півкулі, навпаки, – центри проекції руху лівої руки. Ця функціональна особливість і поділяє людей на тих, що є правшами й шульгами.

Серед істотних властивостей людини є її ***здібності***. Вони визначаються спадково, але реалізація їх залежить від умов життя, здоров'я, навчання



Мал. 190. 1. Т.Г. Шевченко. 2. Леонардо да Вінчі. ***Завдання***. *Підготуйте розповідь про цих людей*

та виховання. Розрізняють загальні та спеціальні здібності. Завдяки загальним здібностям люди успішно оволодівають різними видами діяльності. Серед видатних людей чимало особистостей з різнобічним розвитком загальних здібностей: український поет і художник Т.Г. Шевченко; італійський живописець, скульптор, архітектор, учений-природодослідник, інженер Леонардо да Вінчі (мал. 190) (*наведіть власні приклади*).

Люди із загальними здібностями легко переходять від однієї діяльності до іншої. Люди зі спеціальними здібностями надають перевагу лише певному виду діяльності, а саме: займаються лише музикою, живописом, літературою (наприклад, австрійський композитор В.А. Моцарт, українська художниця Катерина Білокур (мал. 191); *наведіть власні приклади*).

У професійній спрямованості, професійному відборі та професійній освіті значне місце, крім здібності й схильності, належить ***обдарованості*** – вияву можливостей організму людини (розумових, художніх, фізичних), які значно перевищують середній рівень. Біологічні (вроджені) фактори (особливості будови і функціональні властивості головного мозку та аналізаторів) відіграють головну роль у прояві обдарованості. Найбільше успадковується здатність до абстрактного мислення, просторових уявлень – конструкторські, художні здібності тощо. Але слід знати, що біологічні фактори визначають тільки задатки обдарованості. Для прояву обдарованості потрібно, щоб здібності та схильності були вчасно помічені й розвинуті в процесах навчання та виховання.



Мал. 191. Катерина Білокур та її картина. ***Завдання.*** *Підготуйте презентацію про цю видатну художницю*

✿ *Ключові терміни і поняття:* **темперамент, характер, здібності, обдарованість, звички, навички.**

УЗАГАЛЬНИМО ЗНАННЯ

- Біологічною основою психофізіологічної індивідуальності людини є функціональні характеристики нервової системи. Функціонально індивідуальність визначається силою, рухливістю і врівноваженістю нервових процесів. Ці характеристики є основою розвитку темпераменту. Темперамент є природною основою характеру. Характер – це сукупність відносно сталих психічних рис людини, які виявляються в її поведінці та життєдіяльності.
- Фундаментальною основою психофізіологічної індивідуальності людини є функціональна спеціалізація півкуль кінцевого мозку.

ПЕРЕВІРТЕ ТА ЗАСТОСУЙТЕ ЗДОБУТІ ЗНАННЯ

Дайте відповідь на запитання

1. Які властивості нервових процесів визначають тип нервової системи? 2. Що таке характер людини? 3. Що таке здібності та навички? 4. Чим визначається обдарованість людини? 5. Що таке функціональна спеціалізація півкуль кінцевого мозку? 6. Який вплив вона має на формування здібностей людини?

Виберіть одну правильну відповідь

1. Позначте півкулю головного мозку людини, у якій розташований центр керування письмом: а) ліва; б) права; в) обидві півкулі.
2. Позначте півкулю головного мозку людини, в якій розташований центр проекції правої руки: а) ліва; б) права; в) обидві півкулі.
3. Позначте півкулю головного мозку, у якій міститься центр, що визначає музикальність: а) ліва; б) права; в) обидві півкулі.

ОБГОВОРІТЬ У ГРУПАХ. Як люди з різним типом темпераменту проявляють себе в трудовій діяльності?

ПОМІРКУЙТЕ. Ким ви хочете бути? До якого виду діяльності у вас є здібності?

Виконайте ***дослідницький практикум*.**

Визначення особистого типу вищої нервової діяльності

§ 52. БІОРИТМИ ЛЮДИНИ. СОН І НЕСПАННЯ

Пригадайте, що таке біоритми, популяція, вид, екосистема, біосфера. Що таке автоматія серця? Що таке електроенцелограф?

Що таке біологічні ритми? ***Біологічні ритми***, або ***біоритми***, – це регулярні періодичні кількісні та якісні зміни життєвих процесів, що відбуваються на всіх рівнях життя – молекулярному, клітинному, органному, організмовому, популяційно-видовому, екосистемному і біосферному.

ЦІКАВО ЗНАТИ! У 1729 р. французький астроном де Меран, спостерігаючи за рослинами, відкрив явище біологічної ритмічності. Відтоді дослідники зібрали величезний фактичний матеріал щодо поширення біоритмів у природі. Вивчення біоритмічних процесів сприяло створенню нової наукової дисципліни – ***хронобіології*** (від грец. *хронос* – час), яка вивчає процеси життєдіяльності й поведінку організмів, а також їхній взаємозв'язок із впливами довкілля.

Біологічні ритми поділяють на зовнішні та внутрішні (мал. 192). ***Внутрішні біологічні ритми*** пов'язані зі змінами інтенсивності власних процесів життєдіяльності. Прикладами ***зовнішніх біологічних ритмів*** є сезонні, припливно-відпливні та добові. Зміна сезонів пов'язана з рухом планет (насамперед, з обертанням Землі навколо Сонця), що зумовлює зміни світлового режиму, температури, вологості повітря. Добові ритми організмів спричинені обертанням Землі навколо власної осі.

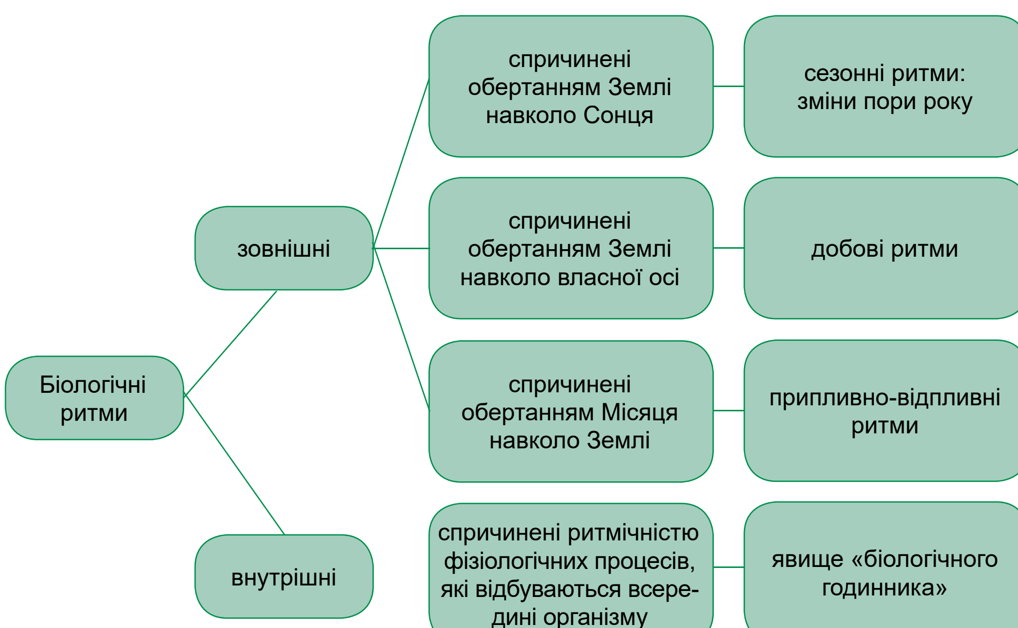
Своєрідним «диригентом» біологічних ритмів в організмі людини є підкірковий центр, розташований у гіпоталамусі.

Добові біоритми контролюються «біологічним годинником». Це пристосувальний механізм, що забезпечує здатність живих організмів орієнтуватися в часі. Вважають, що він ґрунтується на чіткій періодичності фізико-хімічних процесів, які відбуваються в клітинах організму.

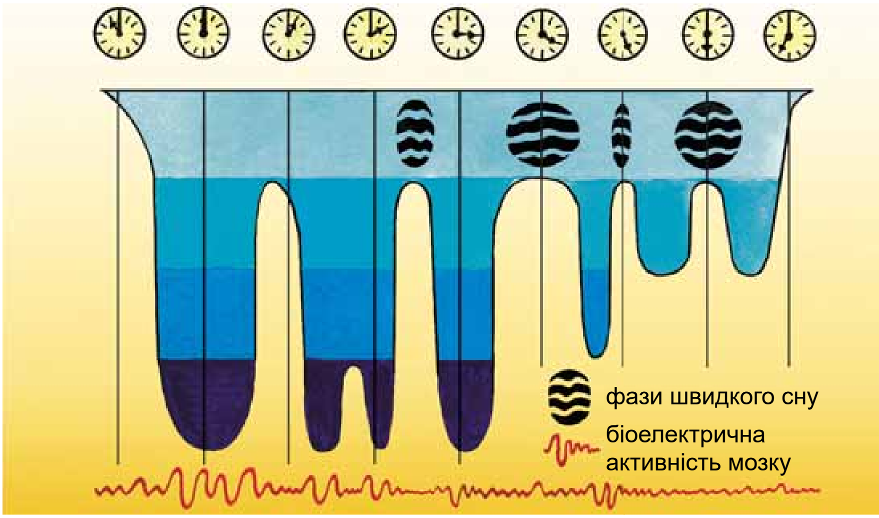
Внутрішні біологічні ритми тісно пов'язані із зовнішніми, що узгоджує їх із змінами в середовищі життя. Тому перебудова добових ритмів часто супроводжується порушенням перебігу фізіологічних процесів, доки внутрішні біологічні ритми не синхронізуються із зовнішніми. Наприклад, коли людина потрапляє в інший часовий пояс, то в неї виникає бажання спати в ті години, у які це відбувалося в її звичному місці мешкання. Але через певний час людина пристосовується до нового добового ритму й починає засинати з настанням темної частини доби.

Найважливіший добовий ритм людини – це чергування сну та активності (неспання).

Що таке сон? Сон – це періодичний стан нервової системи, який супроводжується складними фізіологічними реакціями: тимчасовим виключен-



Мал. 192. Види біоритмів та їхні причини. ***Завдання.*** *Користуючись схемою, назвіть види біоритмів і поясніть причини їх виникнення*



Мал. 193. Фази сну людини впродовж ночі

ням свідомості, гальмуванням рухової активності. Зниженням усіх видів чутливості. Під час сну втрачається активний зв'язок з навколишнім середовищем. Це відбувається тому, що гальмуються умовні рефлекси і значно послаблюються безумовні. Найхарактернішими ознаками стану сну є типова електрична активність клітин мозку і м'язів, рухи очей.

Електрофізіологічними дослідженнями встановлено наявність двох фаз сну. Їхні назви відповідають характеру коливань електричних потенціалів мозку – повільних і швидких (мал. 193).

У стані ***повільного сну***, який настає внаслідок засинання, сповільнюються частоти дихальних рухів і скорочень серця, знижуються тонус м'язів і температура тіла, сповільнюються обмін речовин та енергії. Через 1–1,5 години повільний сон змінюється ***швидким*** – зростають частоти дихальних рухів і скорочень серця, активізується діяльність більшості внутрішніх органів, відбуваються мимовільні рухи очних яблук і мимовільні скорочення деяких груп м'язів. Фаза швидкого сну триває 10–15 хвилин і знову переходить у повільну фазу. За 7–8 годин сну відбувається 4–5 таких циклів.

ЦІКАВО ЗНАТИ! Крім нормального (фізіологічного) сну, існує патологічний сон, який настає під час дії на організм наркотиків, алкоголю, гіпнозу тощо.

Пробудження від сну настає під час надходженні сигналів із навколишнього середовища (світло, шум тощо) та від внутрішніх органів (скорочення стінок шлунка за відсутності в ньому їжі, переповненого сечового міхура тощо).

Сон регулюється спеціальними структурами головного мозку (зокрема, центри сну розташовані в проміжному мозку, а центри пробудження – у стовбурі головного мозку).

Раніше вважали, що сон – це спокій, потрібний для відновлення працездатності. Так, після сну поліпшується самопочуття, працездатність, увага тощо. Це вказує на те, що відбуваються процеси відновлення. Однак електрофізіологічні дослідження показали, що під час сну нейрони деяких ділянок

кори великих півкуль головного мозку (зорової, моторної тощо) перебувають у стані ритмічної активності, тобто активність кори великих півкуль повністю не гальмується. На думку вчених, під час сну в головному мозку накопичена інформація обробляється, перерозподіляється та запам'ятовується.

Що таке сновидіння? Під час сну виникають ***сновидіння***. З давніх-давен вони вражають і хвилюють людей своєю таємничістю. І. М. Сєченов називав їх *небувалими комбінаціями колишніх вражень*. Характер снів визначається колишніми подіями і переживаннями, які утворюють різні комбінації, часто фантастичні за змістом. Під час сну активізується діяльність потиличних часток кори великих півкуль – частини зорової сенсорної системи. Рідше сни пов'язані зі слуховими, нюховими та іншими відчуттями. У фазі швидкого сну виникають яскраві та фантастичні за змістом сновидіння, а у фазі повільного – реалістичніші та менш емоційні.

Тривалість і якість сну в нормі зумовлені спадковою схильністю. Але ще в XVI сторіччі відомий лікар Парацельс дотримувався тієї думки, що природний сон має тривати 8 годин. Він знімає втому і надає бадьорості людині. Парацельс не радив спати ні дуже багато, ні дуже мало, а слідувати сонячному циклу, тобто лягати із заходом сонця і вставати із світанком.

Біологічне значення сну полягає в необхідності відновлення енергетичного потенціалу і структури нервових клітин, переведення інформації в довготривалу пам'ять. Потреба в сні є життєво необхідною.

Сон можна порушити в результаті екологічних впливів, інформаційних перевантажень, надмірної роботи. Так виникає ***безсоння***, яке завдає людині страждань. Недосипання або безсоння негативно впливає на функціональний стан людини. Після тривалого безсоння у людей можливий ***мікросон*** – надзвичайно небезпечне явище, під час якого людина періодично засинає тільки на 1–3 с. Наприклад, мікросон у водіїв під час руху автомобіля може призвести до автомобільної катастрофи.

✿ ***Ключові терміни і поняття:*** **біоритми, «біологічний годинник», сон, сновидіння.**

УЗАГАЛЬНИМО ЗНАННЯ

- Сон – це функціональний стан організму, під час якого гальмується діяльність кори кінцевого мозку. Сновидіння виникають унаслідок перекомбінації, перегляду інформації, що зберігається в мозку. Тривалість і якість сну в нормі визначається спадковою схильністю. «Біологічний годинник» – це генетично запрограмований внутрішній механізм, який дає змогу організмові вимірювати час і визначає біологічні ритми. Порушення сну може призвести до безсоння. Боротися із цим станом допомагають прогулянки на свіжому повітрі перед сном, заняття спортом.

ПЕРЕВІРТЕ ТА ЗАСТОСУЙТЕ ЗДОБУТІ ЗНАННЯ

Дайте відповідь на запитання

1. Що таке біоритми і які їхні види? 2. Що таке сон? 3. Які зміни в організмі відбуваються під час сну? 4. Які розрізняють фази сну? 5. Яке біологічне значення сну?

Виберіть одну правильну відповідь

1. Укажіть тип біоритмів, до яких належить ритм «сон-активність»: а) секундний; б) хвилинний; в) добовий; г) сезонний.
2. Укажіть стан скелетних і мімічних м'язів під час фази повільного сну: а) не змінюються; б) розслаблені; в) напружені.
3. Укажіть електричну активність мозку, яка збігається з його станом під час бадьорості: а) нейтральна; б) висока; в) низька.

4. Укажіть фазу сну, під час якої виникають сновидіння: а) повільний; б) швидкий; в) сновидіння виникають у будь-яку фазу сну.

ОБГОВОРІТЬ У ГРУПАХ. Наведіть приклади різних видів біоритмів.

ПОМІРКУЙТЕ. Чому найтриваліший сон у немовлят?

ТВОРЧЕ ЗАВДАННЯ. Складіть свій режим дня на тиждень, який сприятиме здоровому сну.

САМОКОНТРОЛЬ ЗНАНЬ З ТЕМИ

1. Виберіть вид пам'яті, відповідальної за пережиті почуття: а) словесно-логічна; б) образна; в) моторна; г) емоційна.

2. Виберіть правильне твердження*:* 1) друга сигнальна система – це сукупність нервових процесів, що виникають під впливом на органи чуття; 2) друга сигнальна система – це умовні рефлекси, вироблені на слова: а) перше твердження правильне; б) друге твердження правильне; в) обидва твердження правильні; г) обидва твердження неправильні.

3. До якого типу темпераменту відносять людей, яким властиві велика сила, рухливість, але неврівноваженість нервових процесів: а) сангвініки; б) меланхоліки; в) холерики; г) флегматики?

4. Укажіть безумовний рефлекс у новонародженої дитини, який з віком згасає: а) смоктальний; б) дихальний; в) хапальний; г) чхання.

5. **Розв'яжіть задачу.** Підрахуйте, у скільки разів інформація, що надходить у мозок, перевищує його інформаційну ємність, тривалістю життя в 70 років за активної діяльності 16 годин протягом дня, якщо вважати, що в середньому потік інформації становить 20 біт/с: а) у 10 разів; б) у 20 разів; в) у 100 разів; г) у 200 разів.

6. ***Розгляньте графік****, зображений на малюнку 186 (с. 236). Поясніть, як змінюється тривалість довготривалої пам'яті і яке це має значення для людини.*

7. Обґрунтуйте поняття «критичне мислення» та складіть план його розвитку.

8. Олег вважає, що на засвоєння навчального матеріалу впливає його повторення, Оксана заперечує цю думку. Як перевірити правильність їхньої думки?

9. Оксана захопилася вивченням поезії Василя Симоненка і через деякий час помітила, що їй стало легше розв'язувати задачі з фізики. Чому?

Тема 10

РЕГУЛЯЦІЯ ФУНКЦІЙ ОРГАНІЗМУ ЛЮДИНИ

Нормальна життєдіяльність організму тісно пов'язана із взаємоузгодженою роботою всіх фізіологічних систем організму. Це досягається завдяки діяльності регуляторних систем, до яких, насамперед, належать нервова, ендокринна та імунна.



§ 53. ПОНЯТТЯ ПРО ГОМЕОСТАЗ І НЕРВОВУ РЕГУЛЯЦІЮ ФУНКЦІЙ ОРГАНІЗМУ ЛЮДИНИ

Пригадайте, що таке гомеостаз, нервова та гуморальна регуляція. Яка будова сенсорних систем організму людини? Що таке нерви та нервові центри?

Які механізми регуляції життєвих функцій організму людини? Важливою умовою нормального функціонування організму людини є дотримання ***гомеостазу*** – відносної сталості внутрішнього середовища, як-от: хімічного складу крові, певної температури тіла, величини артеріального тиску тощо. Гомеостаз організму людини підтримується взаємодією трьох регуляторних систем: нервової, ендокринної та імунної. Вони забезпечують функціонування складного багатоклітинного організму як єдиної цілісної біологічної системи й зумовлюють його реакції на зміни умов зовнішнього та внутрішнього середовища. Зокрема, за потреби посилюється або послаблюється діяльність органів та їхніх систем, узгоджується їхня дія, здійснюється їхнє тимчасове об'єднання для виконання певної функції.

Які загальні принципи нервової регуляції? Підсумуємо ваші знання щодо нервової регуляції організму людини. **Нервова регуляція** має рефлекторний характер. Вона забезпечує швидкі реакції на дію різноманітних подразників зовнішнього та внутрішнього середовища.

Механізм нервової регуляції полягає в тому, що спеціальні рецептори сприймають різні впливи (подразнення) зовнішнього і внутрішнього середовища. Нервові імпульси, які мають електричну природу, передаються від рецепторів до певних центрів центральної нервової системи. Від них нервові імпульси надходять до робочих органів, унаслідок чого діяльність відповідних тканин та органів посилюється або гальмується. Таким чином, завдяки нервовій системі організм людини здатний швидко сприймати подразники довкілля, а також зміни у власному внутрішньому середовищі і так само швидко на них реагувати.

АКТИВІЗУЙТЕ СВОЇ ЗНАННЯ

Пригадайте: довгі відростки нейронів (їх ще називають *нервовими волокнами*), зібрані разом, утворюють *нерв*. Переважна більшість нервових волокон оточена оболонкою із жироподібної речовини, що виконує функцію ізолятора. Завдяки таким оболонкам нервові імпульси проходять нервами, ніби по кабелю, у певному напрямку. Ви пам'ятаєте, що нерви, які передають нервове збудження від центральної нервової системи до певних органів, називають *руховими* (*відцентровими*), а ті, які проводять збудження від рецепторів до центральної нервової системи, – *чутливими* (*доцентровими*). Більшість нервів має у своєму складі як доцентрові, так і відцентрові волокна, тому їх називають *змішаними*.

Нейрони, які беруть участь у здійсненні певного рефлексу, зібрані у *нервові центри*. Сукупність структур нервової системи, що беруть участь у здійсненні певного рефлексу, називають *рефлекторною дугою.*

Рефлекторні дуги більшості рефлексів проходять через центральну нервову систему. Центри простіших рефлексів розташовані переважно у спинному мозку (наприклад, колінний, сечовиділення), складніших – у головному. Головний мозок контролює поведінку людини й забезпечує прояви вищої нервової діяльності, зокрема психічну.

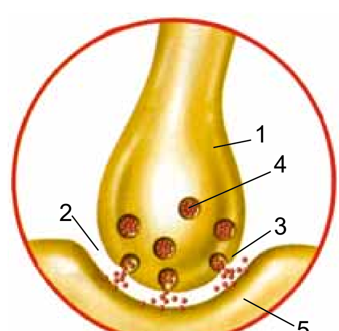
Як ви пам'ятаєте, функціонально нервову систему поділяють на соматичну та вегетативну. Соматична нервова система керує рухами скелетних м'язів, сприймає та проводить сигнали від органів чуття, забезпечуючи зв'язок організму із зовнішнім і внутрішнім середовищем. Вегетативна нервова система регулює роботу внутрішніх органів (шлунка, печінки, нирок, серця, судин тощо), обмін речовин, стан нервової системи в цілому. Її діяльність не перебуває під контролем свідомості людини, звідси й друга назва – *автономна*. До більшості органів підходять два вегетативні нерви – симпатичний і парасимпатичний. Сигнали, які надходять по кожному з них від центральної нервової системи, зумовлюють протилежну дію: один підсилює, інший – послаблює активність органа.

ЗАПАМ'ЯТАЙТЕ! Характерними рисами нервової регуляції є:

- рефлекторний характер роботи;
- значна швидкість дії;
- відносно нетривалий час дії;
- спрямованість дії: від певного нервового центру нервовий імпульс прямує до відповідного робочого органа.

Важливу роль у забезпеченні функціонування нервової системи відіграють синапси.

Що таке синапси? **Синапс** – це з'єднання між двома нейронами або між нейроном і м'язовою клітиною, через яке передаються нервові імпульси. Синапс має передсинаптичну і післясинаптичну частини, мембрани яких зазвичай розділено синаптичною щілиною (мал. 194). Передсинаптична частина – це кінцеві бляшки відгалужень аксона однієї нервової клітини, а післясинаптична – ділянки іншого нейрона або м'язової клітини, на які передається збудження.



Мал. 194. Будова синапсу: 1 – аксон; 2 – синаптична щілина; 3 – мембрана аксона (передсинаптична); 4 – пухирці з нейромедіатором; 5 – мембрана рухового нейрона (післясинаптична)

У передсинаптичній частині синапсу містяться міхурці зі специфічною речовиною, що виконує роль посередника, – нейромедіатором. ***Нейромедіатори*** – це біологічно активні речовини, за допомогою яких нервовий імпульс (який має електричну природу) передається з передсинаптичної мембрани на післясинаптичну мембрану через синаптичну щілину. До нейромедіаторів належать такі сполуки, як адреналін, норадреналін, гістамін, ацетилхолін та інші (про них ви дізнаєтеся згодом).

Коли нервові імпульси доходять до синапсу, пухирці з нейромедіатором руйнуються. Він потрапляє в синаптичну щілину, впливаючи на післясинаптичну мембрану клітини, що приймає інформацію. Збудження через синаптичну щілину передається дуже швидко.

Є синапси, які забезпечують прискорення передачі нервових імпульсів, а є гальмівні, що перешкоджають поширенню збудження по мережі нейронів, запобігаючи розладам у роботі нервової системи.

Високорозвинена нервова система людини забезпечує її діяльність не тільки як біологічної істоти, але і як члена суспільства, бо слугує основою формування мови та суто людських форм мислення, пам’яті, навчання, почуттів.

✿ *Ключові терміни і поняття:* **нервова решуляція, синапс, нейромедіатори.**

УЗАГАЛЬНИМО ЗНАННЯ

- Усі фізіологічні процеси в організмі людини підпорядковані нейрогуморальній регуляції. Нервова регуляція здійснюється за допомогою нервової системи. Вона сприймає зовнішні подразнення та зміни внутрішнього середовища і корегує роботу організму, зумовлюючи його функціональну єдність. Діяльність нервової системи ґрунтується на рефлекторному принципі.

ПЕРЕВІРТЕ ТА ЗАСТОСУЙТЕ ЗДОБУТІ ЗНАННЯ

Дайте відповідь на запитання

1. Що таке нервова регуляція? 2. Як здійснюється нервова регуляція? 3. Які структури нервової системи беруть участь у здійсненні нервової регуляції життєвих функцій? 4. Що таке нерви та нервові центри?

Виберіть одну правильну відповідь

1. Укажіть ознаку, характерну для нервової регуляції: а) включається повільно; б) діє повільно; в) сигналом слугує нервовий імпульс; г) сигналом слугують гормони.
2. Назвіть нерви, якими нервові імпульси прямують від нервового центру до робочих органів: а) вставні; б) рухові; в) чутливі.
3. Назвіть нерви, якими нервові імпульси прямують від рецепторів до нервового центру: а) вставні; б) рухові; в) чутливі.

ОБГОВОРІТЬ У ГРУПАХ. Охарактеризуйте механізм нервової регуляції.

ПОМІРКУЙТЕ. Яке біологічне значення процесів гальмування у нервовій регуляції?

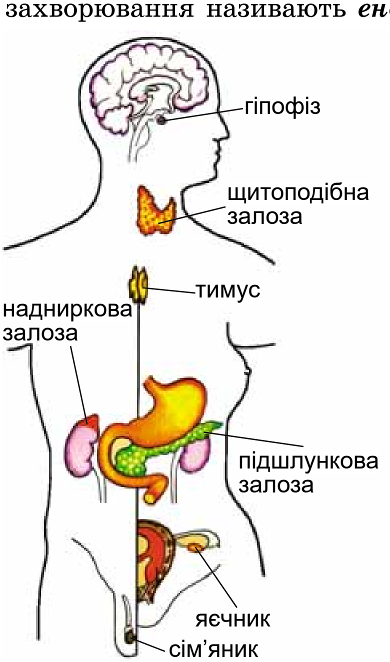
ТВОРЧЕ ЗАВДАННЯ. Складіть таблицю «Структури, які забезпечують нервову регуляцію процесів життєдіяльності, їхні функції».

§ 54. ГУМОРАЛЬНА РЕГУЛЯЦІЯ ПРОЦЕСІВ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ. ЕНДОКРИННА СИСТЕМА ЛЮДИНИ

Пригадайте з курсу основ здоров'я, які продукти харчування містять Йод. Що таке вітаміни? Що таке гормони? Яка будова головного мозку людини?

Які загальні принципи гуморальної регуляції? Ви пам'ятаєте, що гуморальна (ендокринна) регуляція фізіологічних процесів в організмі людини відбувається за участі біологічно активних речовин, які транспортуються кров'ю, лімфою та тканинною рідиною.

Провідна роль у процесах гуморальної регуляції належить **ендокринній системі** (мал. 195). До її складу входять залози внутрішньої та змішаної секреції. **Залози внутрішньої секреції** не мають власних вивідних проток, тому їхні секрети виділяються у кров або лімфу. Залози **змішаної секреції** функціонують і як залози внутрішньої, і як залози зовнішньої секреції, які мають протоки, що відкриваються на поверхню тіла (потові) або в порожнини внутрішніх органів (слинні). Наприклад, підшлункова залоза через протоку виділяє у дванадцятипалу кишку травний сік (*пригадайте його склад і функції*), а також виробляє гормони, які регулюють вуглеводний обмін. Ендокринні залози виробляють речовини – ***гормони***, які у невеликих концентраціях змінюють стан організму, функції різноманітних органів, обмін речовин. Подібно до гормонів діють ***нейрогормони***. Їх виробляють особливі нейрони – ***нейросекреторні клітини***. Якщо певні гормони чи нейрогормони виробляються у недостатній кількості (так звана *гіпофункція*) або не виробляються взагалі, спостерігають значні порушення у функціонуванні організму. Такі захворювання називають ***ендокринними***. Надлишкове вироблення певних гормонів і нейрогормонів також негативно впливає на організм (*гіперфункція*).



Мал. 195. Ендокринна система людини

На відміну від нервової системи, що забезпечує передачу сигналу на значні відстані за короткий час, робота ендокринної системи вирізняється меншою швидкістю, однак спричинена ними дія триваліша.

Характерні особливості гуморальної регуляції:

- **дистанційність дії:** гормони і нейрогормони з током крові або інших рідин можуть переміщатися від місць свого синтезу до клітин, на діяльність яких вони впливають;
- **висока біологічна активність:** ці сполуки впливають на клітини, тканини та органи в незначних концентраціях;
- **специфічність дії:** гормони та нейрогормони впливають лише на певні біохімічні процеси, що відбуваються в тих чи інших тканинах і органах.

Як регулюється діяльність ендокринної системи? Майже всі залози внутрішньої



Мал. 196. Розташування (1) і функції (2) гіпофіза

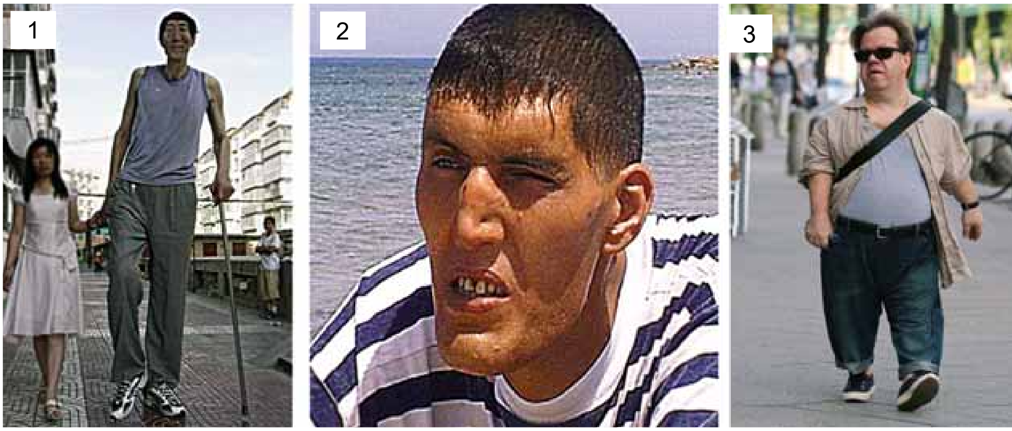
секреції багаті на нервові волокна. Їхня діяльність контролюється імпульсами, що надходять від нервової системи. Крім того, діяльність одних ендокринних залоз регулюється гормонами, які виділяють інші, або ж нейрогормонами. Координаційним центром діяльності ендокринних залоз є гіпоталамус (*пригадайте:* це структура проміжного мозку). Він отримує сигнали від центральної нервової системи та аналізує їх. У відповідь на них гіпоталамус виділяє у загальний кровотік регуляторні нейрогормони. Кровоносними судинами вони потрапляють у передню частку гіпофіза – провідної ендокринної залози внутрішньої секреції, розташованої в головному мозку безпосередньо під гіпоталамусом (мал. 196, 1). Під впливом цих речовин гіпофіз синтезує гормони, які стимулюють діяльність усіх інших ендокринних залоз. Їх називають тропними (від грец. *тропос* – поворот).

Яка будова та функції гіпофіза? **Гіпофіз**, або **мозковий придаток** (мал. 196), пов'язаний з гіпоталамусом за допомогою тоненької ніжки. У гіпо-фізі розрізняють дві частки: передню і задню. Гормони передньої частки регулюють діяльність інших залоз внутрішньої секреції (гормон росту, пролактин, гонадотропні гормони). Наприклад, ***пролактин*** регулює діяльність молочних залоз.

Гормон росту (***соматотропний гормон***) впливає на розвиток усього організму. За надлишкового вироблення цього гормону в дитячому віці спостерігають посилений ріст усього організму – **гігантизм** (мал. 197, 1). Якщо це спостерігають після завершення формування організму людини, виникають значні диспропорції всього тіла і внутрішніх органів, наприклад спостерігають надмірне розростання окремих частин тіла (ніс, вуха, кінцівки). Це захворювання називають **акромегалією** (мал. 197, 2), порушується обмін речовин, спостерігають розлади психічних функцій. У разі гіпофункції гіпофіза в дитячому віці зупиняється ріст, настає раннє скостеніння хрящів. Таке захворювання називають *карликовістю* (мал. 197, 3).

Недостатня кількість ***гонадотропних гормонів***, які стимулюють розвиток органів статевої системи, зумовлює порушення у формуванні статевої системи людини (*інфантилізм*).

У задню частку гіпофіза надходять нейрогормони (вазопресин, окситоцин), які утворюються в гіпоталамусі. ***Вазопресин***, або ***антидіуретичний гормон***, регулює реабсорбцію води в нирках і тонус судин. ***Окситоцин***



Мал. 197. Ознаки порушення функції гіпофіза: 1 – гігантизм, 2 – акромегалія, 3 – карликовість

стимулює скорочення матки під час пологів, відведення молока з молочних залоз під час годування немовлят.

Отже, гіпофіз, який перебуває під контролем гіпоталамуса, сам контролює: вироблення гормонів щитоподібною залозою, функцію надниркових залоз, чоловічих і жіночих статевих залоз, а також ріст тіла та водний баланс.

✿ ***Ключові терміни і поняття:*** **гуморальна регуляція, гормони, нейрогормони, гіпофіз, гігантизм, акромегалія, карликовість.**

УЗАГАЛЬНИМО ЗНАННЯ

- Основу гуморальної регуляції функцій організму забезпечують гормони, які виділяють залози внутрішньої секреції, та нейрогормони, які виробляють спеціалізовані клітини нервової системи. Гормони є високоспецифічними біологічно активними речовинами різної природи. Вони діють повільно, але їхня дія тривала. Їм притаманна специфічність дії та дистанційність (впливають на органи, які можуть бути розташовані далеко від того місця, де вони утворилися).
- До ендокринних залоз належать залози внутрішньої та змішаної секреції. У процесі життєдіяльності організму діяльність залоз внутрішньої секреції може порушуватися (надлишок вироблення гормонів – гіперфункція, нестача – гіпофункція), що спричинює різні ендокринні захворювання. Діяльність ендокринних залоз контролює нервова система.

ПЕРЕВІРТЕ ТА ЗАСТОСУЙТЕ ЗДОБУТІ ЗНАННЯ

Дайте відповідь на запитання

1. Як здійснюється гуморальна регуляція діяльності організму людини? 2. Які залози називають залозами внутрішньої секреції? 3. Які залози називають залозами змішаної секреції? 4. Що собою становить гіпофіз? 5. Яка роль гіпофіза в регуляції діяльності ендокринної системи? 6. Як нервова та гуморальна регуляція взаємодіють між собою?

Виберіть одну правильну відповідь

1. Укажіть ознаку, характерну для гуморальної регуляції: а) включається досить швидко; б) діє швидко; в) сигналом слугує нервовий імпульс; г) сигналом слугують гормони.

2. Укажіть залозу внутрішньої секреції, яку називають «диригентом» діяльності інших залоз внутрішньої секреції: а) гіпофіз; б) щитоподібна; в) надниркові; г) підшлункова.

ОБГОВОРІТЬ У ГРУПАХ. Розкрийте механізм гуморальної регуляції.

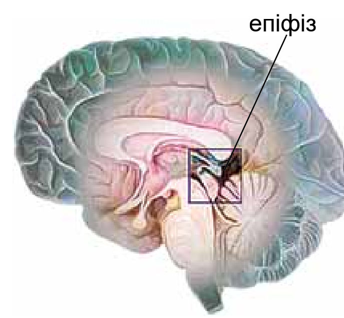
ПОМІРКУЙТЕ. Чому гормони називають високоспецифічними біологічно активними речовинами?

ТВОРЧЕ ЗАВДАННЯ. ***Проект.*** 1. Підготуйте презентацію на тему «Гіпофіз та його функції». 2. Складіть таблицю «Порівняння нервової та гуморальної регуляцій».

§55. ЕНДОКРИННІ ЗАЛОЗИ ОРГАНІЗМУ ЛЮДИНИ. ПРОФІЛАКТИКА ЗАХВОРЮВАНЬ ЕНДОКРИННОЇ СИСТЕМИ

Пригадайте значення підшлункової залози в процесах травлення. Які залози називають залозами змішаної та внутрішньої секреції? Що таке глікоген?

Що таке епіфіз? У головному мозку розташована ще одна крихітна ендокринна залоза – **епіфіз (шишкоподібне тіло)** (мал. 198). Вона синтезує гормон ***мелатонін***. Цей гормон регулює кров'яний тиск, періодичність стану сну і неспання, посилює ефективність імунної системи. Учені припускають, що епіфіз виконує роль внутрішнього годинника, що узгоджує зміни стану організму із циклічними змінами світлої і темної частини доби.

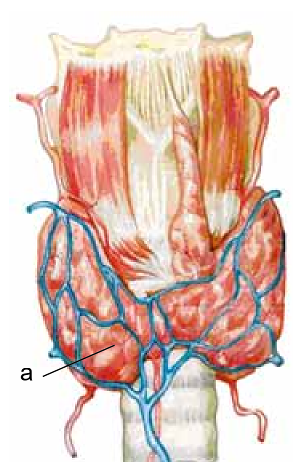


Мал. 198. Епіфіз

Які функції щитоподібної та прищитоподібних залоз? **Щитоподібна залоза** – найбільша ендокринна залоза нашого організму (мал. 199). Вона складається з лівої та правої потовщених часток, які сполучаються вузьким перешийком. Своєю увігнутою частиною вона прилягає до трахеї і гортані (до її щитоподібного хряща, звідки й походить її назва). Гормони, які секретує щитоподібна залоза – ***трийодтиронін***, ***тироксин***, ***тиреокальцитонін***, прискорюють обмін речовин, поглинання кисню в тканинах, обмін Кальцію і Фосфору, регулюють розвиток тканин (насамперед кісткової) і функціонування нервової системи. Так, тиреокальцитонін регулює вміст Кальцію в крові і сприяє його збереженню в кістках.

Недостатнє вироблення гормонів щитоподібної залози у дорослих зумовлює мікседему, а вроджене недорозвинення цієї залози в дітей – кретинізм. **Мікседема** супроводжується набряком шкіри і підшкірної клітковини, випаданням волосся, кволістю, сонливістю, а **кретинізм** – значним відставанням у фізичному та розумовому розвитку.

У разі гіперфункції щитоподібної залози спостерігають збільшення її розмірів, витрішкуватість очей, прискорення процесів обміну речовин, посилення теплоутворення, підвищення частоти серцевих скорочень, тремтіння пальців



Мал. 199. Щитоподібна залоза (а)



Мал. 200. 1. Хвора на базедову хворобу. 2. Захворювання ендемічний зоб

рук, підвищення психічної збудливості, схуднення **(базедова хвороба)** (мал. 200, 1).

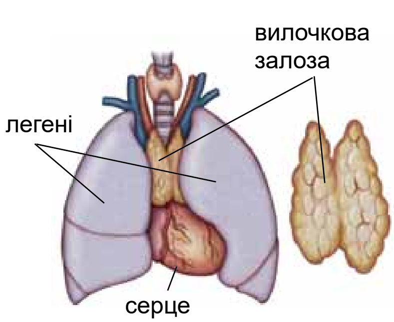
До складу гормонів щитоподібної залози (тироксину, трийодтироніну) входить Йод. За нестачі Йоду у воді та їжі кількість цих гормонів у крові знижується. Для підтримання потрібної кількості цих гормонів посилюється секреція їх, що зумовлює збільшення розмірів щитоподібної залози, маса якої іноді сягає кількох кілограмів. Цю хворобу називають **ендемічним зобом** (мал. 200, 2).

Здоров'я людини. Щоб запобігти виникненню ендемічного зобу, вживають профілактичних заходів, основним з яких є йодування кухонної солі. Йод входить до складу окремих продуктів харчування, як-от: бура водорість ламінарія (морська капуста), морська риба, волоські горіхи, хурма тощо.

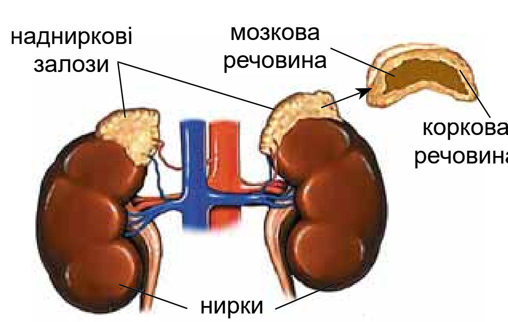
Паращитоподібні (прищитоподібні) залози – це чотири невеликі тільця, розташовані на задній поверхні бічних часток щитоподібної залози. Вони утворюють ***паратгормон***, який регулює обмін Фосфору і Кальцію в організмі людини. Видалення цих залоз призводить до смерті від потужних судом. У разі гіперфункції паращитоподібних залоз розвивається хвороба, яка характеризується болем у м'язах, кістках і суглобах, розм'якшенням кісток, різкою деформацією скелета. Мінеральні компоненти вимиваються з кісткової тканини і відкладаються у м'язах та внутрішніх органах.

Які функції вилочкової залози? **Вилочкова залоза,** або **тимус,** розташована за грудиною, тому її ще називають **загрудинною** (мал. 201). Вона має дві частки, з'єднані сполучною тканиною. Найбільшу масу тимус має від раннього дитячого віку та до періоду статевого дозрівання. У віці, старшому за 16 років, маса залози поступово зменшується, її тканини перероджуються. Гормон тимуса – ***тимозин*** – впливає на ріст організму до статевої зрілості і відкладання в кістках солей Кальцію. Крім того, тимус бере участь у забезпеченні імунітету.

Які функції надниркових залоз? **Надниркові залози** – парні залози, кожна з яких прилягає своєю основою до верхнього полюса нирки (мал. 202). Вони складаються з коркової речовини світлішого кольору і мозкової речовини темнішого, буруватого кольору. Гормони кори надниркових залоз регулюють обмін вуглеводів, беруть участь у стресовій реакції, регулюють обмін мінеральних солей і води, діяльність статевої системи людини.



Мал. 201. Вилочкова залоза (тимус)



Мал. 202. Надниркові залози



Мал. 203. Змішана секреція підшлункової залози

Головними гормонами мозкової речовини надниркових залоз є адреналін і норадреналін. Пригадайте: ***адреналін*** прискорює ритм і підвищує силу серцевих скорочень, звужує артерії, підвищує кров'яний тиск, розслаблює мускулатуру бронхів, розширює зіницю, стимулює секрецію слинних і слізних залоз, значно підвищує рівень обміну речовин. ***Норадреналін*** є попередником адреналіну. Він також стимулює роботу різних органів.

Недостатність коркової речовини надниркових залоз у людини відома під назвою *аддисонова,* або *бронзова, хвороба*. За гіперфункції коркової речовини надниркових залоз виникає хвороба, яка супроводжується порушенням обміну речовин: ожирінням, дистрофічними змінами в м'язах, кістках і суглобах, підвищенням артеріального тиску.

Які є залози змішаної секреції? До залоз змішаної секреції належать підшлункова залоза і статеві залози.

Підшлункова залоза виробляє як травний сік (зовнішня секреція), так і гормони (внутрішня секреція). Гормони – інсулін і глюкагон – виробляють особливі клітини, розташовані в підшлунковій залозі у вигляді острівців. ***Інсулін*** регулює білковий, жировий і, найголовніше, вуглеводний обмін в організмі, стимулюючи споживання клітинами глюкози з крові та синтез глікогену в печінці і м'язах. Нестача інсуліну призводить до **цукрового діабету**, який характеризується підвищенням рівня глюкози в крові й тканинах організму. Настає тяжке схуднення, отруєння продуктами неповного розпаду вуглеводів. ***Глюкагон*** діє протилежно інсуліну. Він стимулює розщеплення глікогену і збільшення концентрації глюкози в крові.

ЗАПАМ'ЯТАЙТЕ! Якщо в крові людини зростає рівень глюкози, то виділення інсуліну збільшується, а глюкагону – зменшується. І навпаки, коли в крові знижується рівень глюкози, тоді різко зменшується виділення інсуліну, а збільшується виділення глюкагону. Отже, інсулін і глюкагон спільно підтримують сталість умісту глюкози в крові, що є однією з умов підтримання гомеостазу.

Здоров'я людини. *Цукровий діабет* – небезпечне захворювання, яке розвивається поступово. Первинними ознаками цукрового діабету є сухість слизових оболонок (ротова та носова порожнини тощо), постійне бажання їсти або, навпаки, його відсутність; постійна спрага, надмірне сечовиділення, особливо вночі. Щоб захистити себе від розвитку цього захворювання, потрібно уникати стресових ситуацій, раціонально харчуватися, зменшувати вживання вуглеводів, займатися посильним фізичним навантаженням (фізична праця, спорт), вести рухливий спосіб життя тощо.

У **статевих залозах**, чоловічих і жіночих, крім розвитку статевих клітин (зовнішня секреція), виробляються гормони (внутрішня секреція), що впливають на розвиток і функцію статевої системи людини.

У чоловічих статевих залозах – **сім'яниках** – секретуються чоловічі статеві гормони – ***андрогени***. Найактивнішим серед них є ***тестостерон***, який стимулює ріст, розвиток і функцію нормального чоловічого організму. У жіночих статевих залозах – **яєчниках** – синтезуються і виділяються в кров жіночі

статеві гормони – ***естрогени***. Вони стимулюють розвиток жіночих статевих органів, вторинних статевих ознак, регулюють жіночий статевий цикл.

Здоров'я людини. Серед різноманітних медичних препаратів відомі й гормональні. Пам'ятайте, що гормони – це біологічно активні речовини, які регулюють процеси обміну речовин в організмі. Самовільне вживання гормональних препаратів може порушити обмін речовин та нашкодити здоров'ю. Якщо за якихось причин виникає потреба у введенні їх, це обов'язково треба робити під контролем лікаря-ендокринолога[1].

Крім згаданих ендокринних залоз, в організмі людини (особливо в шлунково-кишковому тракті) є сотні ендокринних клітин, які продукують і виділяють у кров гормони. Таким чином, ендокринна система посідає важливе місце в процесах загальної нейрогуморальної регуляції функцій організму людини.

✿ ***Ключові терміни і поняття:*** **щитоподібна залоза, паращитоподібні залози, тимус, надниркові залози, підшлункова залоза, статеві залози.**

УЗАГАЛЬНИМО ЗНАННЯ

- Основні ендокринні залози – це гіпофіз, щитоподібна, паращитоподібні, вилочкова (тимус), надниркові, підшлункова і статеві. Провідна роль серед них належить гіпофізу. Його гормони регулюють розвиток і роботу інших ендокринних залоз. Залози змішаної секреції виконують подвійну функцію – виділяють свої секрети у порожнину тіла, а гормони – безпосередньо в кров. До таких залоз належить підшлункова та статеві залози. Порушення функціональної активності ендокринної системи спричиняє низку важких захворювань.

ПЕРЕВІРТЕ ТА ЗАСТОСУЙТЕ ЗДОБУТІ ЗНАННЯ

Дайте відповідь на запитання

1. Яке значення для функціонування організму має щитоподібна залоза? 2. Які профілактичні заходи потрібно виконувати, щоб уникнути захворювань щитоподібної залози? 3. Яке значення надниркових залоз? 4. Яка роль підшлункової залози в регуляції обміну речовин? 5. Які функції статевих залоз? Які гормони вони виробляють?

Виберіть одну правильну відповідь

1. Укажіть захворювання щитоподібної залози, яке виникає за нестачі в крові тироксину в ранньому дитячому віці: а) мікседема; б) кретинізм; в) базедова хвороба; г) ендемічний зоб.
2. Виберіть гормон, який впливає протилежно гормону інсуліну: а) тироксин; б) глюкагон; в) тестостерон; г) вазопресин.

ОБГОВОРІТЬ У ГРУПАХ. Розкрийте функції залоз внутрішньої секреції, їхній вплив на процеси життєдіяльності організму.

ПОМІРКУЙТЕ. 1. Поясніть вплив статевих гормонів на розвиток організму в підлітковий період. 2. Як можна запобігти захворюванням залоз внутрішньої секреції?

ТВОРЧЕ ЗАВДАННЯ. Підготуйте презентацію «Профілактика йододефіциту в організмі людини». Складіть пам'ятку «Наслідки безконтрольного вживання гормонів».

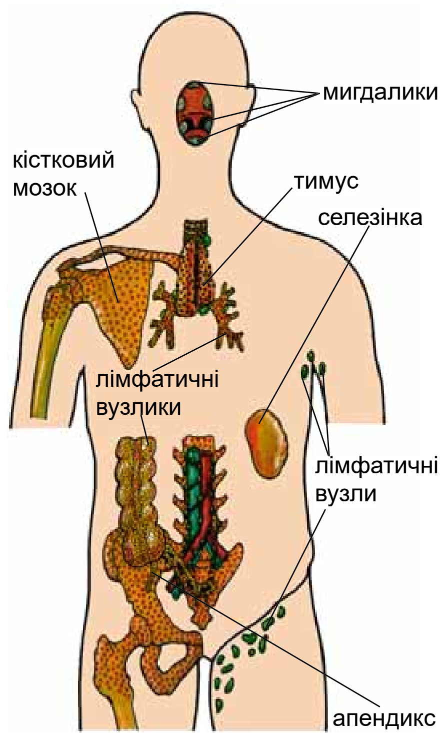
---

[1] ***Ендокринологія*** – наука про будову та функції ендокринних залоз, гормони, які вони виробляють, їхню дію на організм, а також про захворювання, пов'язані з порушенням функції цих залоз. Фахівці-ендокринологи діагностують та лікують захворювання, пов'язані з ендокринною системою.

§ 56. ІМУННА СИСТЕМА. ІМУНІТЕТ СПЕЦИФІЧНИЙ І НЕСПЕЦИФІЧНИЙ. ІМУНІЗАЦІЯ

Пригадайте, що таке лізоцим, лейкоцити, імунітет. Які функції червоного кісткового мозку? Що таке лімфа? Які її функції?

Імунна система є однією з регуляторних систем нашого організму. Вона сформувалася в процесі еволюції людини для забезпечення захисту її організму від зовнішньої і внутрішньої біологічної агресії – інфекцій та пухлин. Імунна система також відіграє важливу роль у підтриманні гомеостазу.



Мал. 204. Імунна система людини

ЗАПАМ'ЯТАЙТЕ! Імунітет – здатність організму протидіяти збудникам інфекційних та інвазійних (які спричиняються тваринами) захворювань, а також впливу речовин, які мають антигенні властивості.

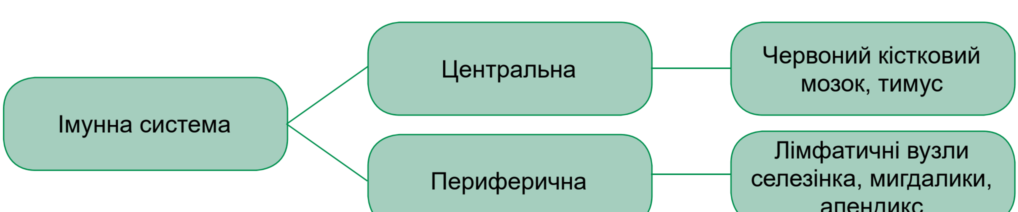
Антигени – це чужорідні для організму хімічні речовини, сполуки, що входять до складу вірусів, бактерій, паразитичних еукаріотів тощо, здатні спричинити захисну реакцію.

Що собою становить імунна система? **Імунна система** – це система органів і тканин, які захищають організм від чужорідних для нього організмів і сполук (мал. 204). Її складові впізнають і знищують не тільки антигени, а й пухлинні клітини, змінені молекули, створені самим організмом.

Виділяють центральну та периферичну частини імунної системи (мал. 205).

До ***центральних частин*** імунної системи належать червоний кістковий мозок і тимус (вилочкова залоза). Як ви пригадуєте, червоний кістковий мозок є найважливішим кровотворним органом, а в тимусі дозрівають певні типи лейкоцитів.

Периферичними частинами імунної системи є селезінка, апендикс, мигдалики та лімфатичні вузли. Так, у селезінці утворюються певні типи лейкоцитів. Вона діє як фільтр проти паразитичних бактерій, чужорідних час-



Мал. 205. Структура імунної системи. ***Завдання.*** *Користуючись схемою, назвіть складники імунної системи*

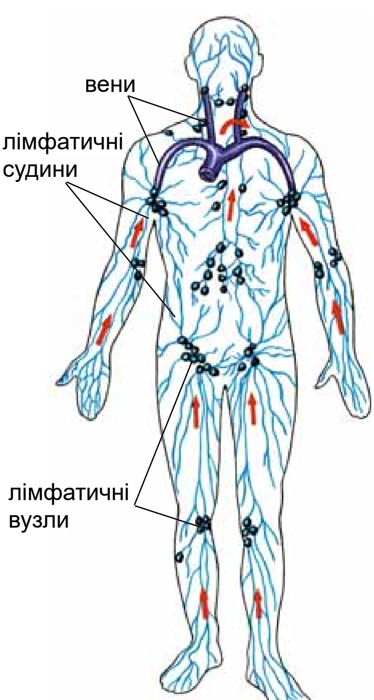
тинок, а також продукує антитіла. В апендиксі містяться скупчення лімфоїдної тканини. До її складу входять клітини, що беруть участь у здійсненні захисних реакцій організму. Лімфатичні вузли є складовою лімфатичної системи.

Лімфатична система разом з кровоносною належить до транспортних систем організму. Через неї з тканин у вени повертається вода з розчиненими в ній речовинами та частина лейкоцитів. Лімфа тече лише в одному напрямку – від тканин до серця.

До складу лімфатичної системи входять лімфатичні капіляри, лімфатичні судини, лімфатичні вузли та лімфатичні органи (мал. 206). Вони тісно взаємопов'язані між собою і забезпечують утворення лімфи та її рух. ***Лімфатичні капіляри*** за будовою нагадують кровоносні, але мають дещо більший діаметр. Стінки лімфатичних капілярів складаються з одного шару ендотеліальних клітин, які, нещільно прилягаючи одна до одної, утворюють пори. Це дає можливість міжклітинній рідині з молекулами великих розмірів (білків, ліпідів тощо) легко проникати всередину лімфатичних капілярів. Лімфатичні капіляри на одному кінці замкнені, другим відкриваються в лімфатичні судини.

Лімфатичні судини, так само як вени кровоносної системи, мають клапани, які перешкоджають зворотному руху лімфи. По ходу великих лімфатичних судин розташовані ***лімфатичні вузли***. Вони виконують роль біологічних фільтрів, оскільки містять здатні до фагоцитозу клітини, що затримують і знешкоджують бактерії, інші чужорідні тіла та отруйні речовини білкової природи, які виробляють живі організми, – *токсини*.

Під час інфекційних захворювань лімфатичні вузли можуть збільшуватися в розмірах, стають болісними.



Мал. 206. Лімфатична система

Які є види імунітету? В імунній системі існує багато способів виявлення та знешкодження антигенів. Ці процеси називають ***імунною відповіддю***.

За походженням імунітет можна умовно поділити на вроджений і набутий (мал. 207).

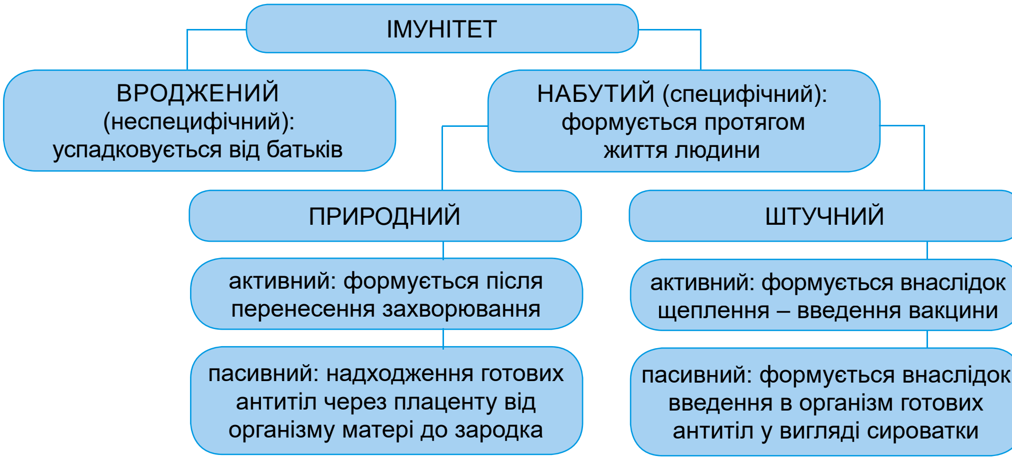
Вроджений (*неспецифічний*) імунітет успадковується від батьків і не залежить від того, контактувала раніше людина зі збудником хвороби чи ні (саме тому його називають неспецифічним). Наприклад, в організмі людини не може паразитувати свиняча аскарида, а в організмі свині – людська.

Вроджений імунітет забезпечують такі механізми:

цілісність зовнішніх покривів тіла, слизових оболонок дихальних шляхів, травного тракту, стінок кровоносних судин, що запобігає проникненню в організм і розвитку патогенних організмів;

велика кількість біологічно активних речовин (фермент слини лізоцим, захисні білки крові тощо);

певні типи лейкоцитів, здатні до фагоцитозу.

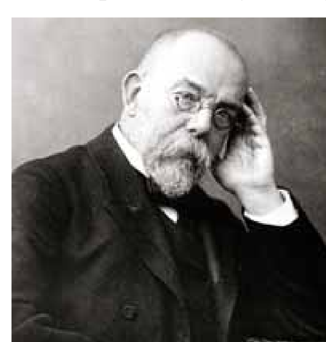


Мал. 207. Види імунітету людини

Набутий (*специфічний*) імунітет, на відміну від вродженого, формується впродовж життя людини. Він може виникати після перенесення захворювання (*активний природний*) чи після щеплення (*активний штучний*). *Набутий природний пасивний імунітет* формується завдяки передачі антитіл від матері до дитини через плаценту. *Набутий штучний пасивний імунітет* розвивається після введення в організм готових антитіл у вигляді лікувальної сироватки.

Набутий імунітет формується на конкретний антиген. За повторного зараження організм здатний реагувати тільки на нього. Набутий імунітет забезпечують певні групи лейкоцитів (Т-лімфоцити) і антитіла. Деякі з лімфоцитів (їх називають *клітинами пам'яті)*, зустрівшись з хвороботворними мікроорганізмами, «запам'ятовують» їхню будову і передають інформацію про цей тип антитіл наступним поколінням Т-лімфоцитів. Вони захищають організм лише від тих мікроорганізмів, які «запам'ятали». Отже, набутий імунітет включає три етапи: розпізнавання чужорідного (антигенного) об'єкта, інтенсивний поділ клітин, які забезпечують захисні реакції, та імунну відповідь.

ЗАПАМ'ЯТАЙТЕ! Компоненти неспецифічного і специфічного імунітету діють разом, доповнюючи один одного.



Мал. 208. П. Ерліх (1854–1915)

За механізмом реалізації захисту імунітет поділяють на клітинний і гуморальний. ***Клітинний імунітет*** зумовлений здатністю різних видів лейкоцитів до фагоцитозу збудників і руйнування заражених клітин. Фагоцитарну теорію імунітету розробив видатний український учений І.І. Мечников (див. мал. 76). ***Гуморальний імунітет*** забезпечують особливі білки, які містяться у плазмі крові, лімфі, тканинній рідині, різноманітних секретах, лікувальній сироватці. Автором гуморальної теорії імунітету є німецький учений П. Ерліх (мал. 208). 1908 р. І.І. Мечнікову

та П. Ерліху за їхні відкриття було присуджено Нобелівську премію в галузі фізіології та медицини.

✿ *Ключові терміни і поняття:* **імунна система, вроджений (неспецифічний) імунітет, набутий (специфічний) імунітет, природний та штучний імунітет.**

УЗАГАЛЬНИМО ЗНАННЯ

● Одним із чинників збереження біологічної індивідуальності організму є імунна система. Вона захищає організм від негативних впливів зовнішнього і внутрішнього середовища. Імунітет може бути вродженим (неспецифічним) та набутим (специфічним).

ПЕРЕВІРТЕ ТА ЗАСТОСУЙТЕ ЗДОБУТІ ЗНАННЯ

Дайте відповідь на запитання

1. Дайте визначення поняття «імунітет». 2. Із чого складається імунна система людини? 3. Що таке неспецифічний імунітет? 4. Що таке специфічний імунітет? 5. Які види специфічного імунітету ви знаєте?

Виберіть одну правильну відповідь

1. Виберіть ряд, у якому зазначено органи центральної імунної системи: а) червоний кістковий мозок, селезінка; б) червоний кістковий мозок, тимус (вилочкова залоза); в) селезінка, лімфатичні вузли; г) апендикс, тимус (вилочкова залоза).
2. Виберіть правильні твердження: 1) імунітет – це здатність організму захищати власну цілісність; 2) імунітет – це здатність організму захищати біологічну індивідуальність: а) перше твердження правильне; б) друге твердження правильне; в) обидва твердження правильні; г) обидва твердження неправильні.

ОБГОВОРІТЬ У ГРУПАХ. Розкрийте особливості неспецифічного та специфічного імунітету.

ПОМІРКУЙТЕ. Який зв'язок існує між специфічним та неспецифічним імунітетом?

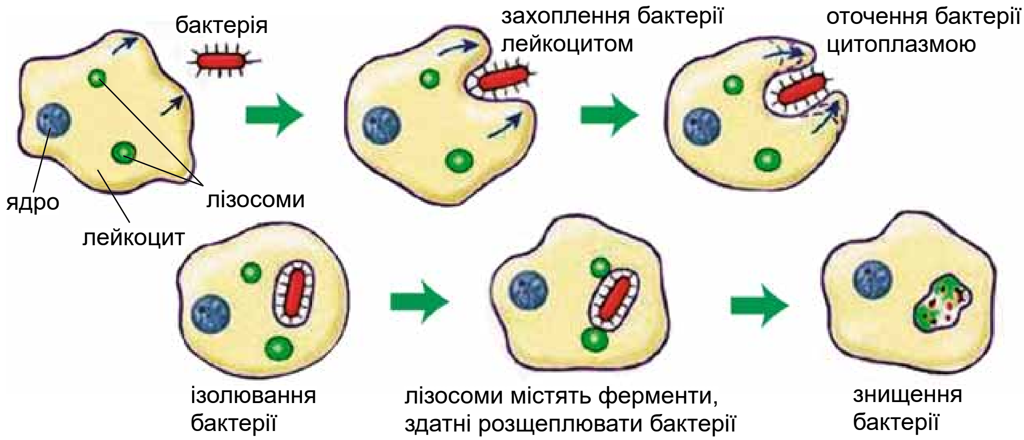
ТВОРЧЕ ЗАВДАННЯ. Створіть презентацію на тему «Види імунітету».

§ 57. МЕХАНІЗМИ ІМУННИХ РЕАКЦІЙ ОРГАНІЗМУ ЛЮДИНИ. АЛЕРГІЯ. СНІД ТА ЙОГО ПРОФІЛАКТИКА

Пригадайте типи імунітету людини. Які формені елементи містяться у крові людини?

Ви вже знаєте, що імунітет людини може бути набутим (специфічним) і вродженим (неспецифічним). Ці види імунітету за механізмами реалізації поділяють на клітинний та гуморальний.

Чим характеризується клітинний імунітет? **Клітинний імунітет** забезпечують певні групи лейкоцитів. Як ви пригадуєте, ***лейкоцити*** – безбарвні клітини крові, що мають ядро та здатні до амебоїдного руху. За рахунок такого руху певні види лейкоцитів можуть проникати крізь стінку кровоносних судин. Вони рухаються в напрямку до бактерій, їхніх токсинів, уламків клітин власного організму. Завдяки утворенню несправжніх ніжок лейкоцити здатні до фагоцитозу (мал. 209).



Мал. 209. Механізм знешкодження лейкоцитом бактерії за допомогою фагоцитозу. ***Завдання.*** *Користуючись малюнком, поясніть значення фагоцитозу для життєдіяльності організму*

Лейкоцити різноманітні за особливостями будови клітин і властивостями. Більшість з них містить у цитоплазмі багато гранул із біологічно активними речовинами. Їх називають ***гранулоцитами***. Лейкоцити, позбавлені таких гранул, належать до ***агранулоцитів***.

Гранулоцити поділяють на нейтрофіли, еозинофіли та базофіли. Основні функції *нейтрофілів*: здійснення фагоцитозу та внутрішньоклітинне перетравлення сторонніх для організму об'єктів (наприклад, хвороботворних бактерій), а також знешкодження антигенів на відстані. Тим самим вони забезпечують неспецифічний імунітет.

Еозинофіли забезпечують імунітет у разі зараження організму паразитичними червами (гельмінтами); запобігають проникненню антигену всередину судин, зв'язуючи їх у тканинах; послаблюють розвиток алергічних реакцій.

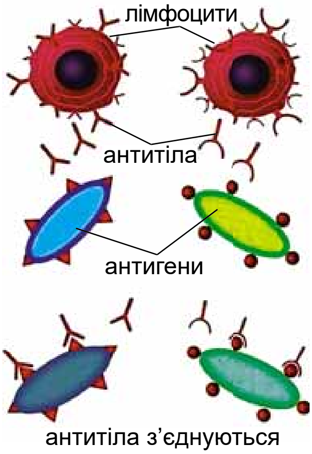
Базофіли здатні до фагоцитозу і беруть участь в алергічних реакціях.

До агранулоцитів належать моноцити і лімфоцити. *Моноцити* – найбільші клітини крові. Один моноцит здатний захопити і перетравити кілька десятків бактерій. Основні функції моноцитів: синтез лізоциму, захисних білків інтерферонів; здійснення фагоцитозу; знешкодження пухлинних клітин; участь у механізмах специфічного імунітету.

Лімфоцити, на відміну від інших груп лейкоцитів, потребують ще дозрівання і спеціалізації в лімфоїдних органах (наприклад, Т-лімфоцити – у вилочковій залозі). Лише після цього вони стають здатними виконувати свою головну функцію – забезпечення і підтримання специфічного імунітету.

Під час першої зустрічі в крові чи міжклітинній рідині з антигеном (наприклад, бактерією) Т-лімфоцит упізнає його структуру. Потім він починає інтенсивно ділитися. При цьому частина новоутворених клітин стає так званими *клітинами-вбивцями*, а частина – *клітинами імунної пам'яті*. «Клітини-вбивці», виділяючи специфічний білок, руйнують мембрани бактеріальних клітин, тим самим знищуючи мікроорганізми. У разі повторного зараження організму цим видом бактерій захисна відповідь відбувається швидше, оскільки в крові вже є готові Т-лімфоцити імунної пам'яті.

Які механізми гуморального імунітету? Гуморальний імунітет забезпечується різними біологічно активними речовинами, зокрема антитілами та інтерферонами. *Антитіла* продукують *В-лімфоцити*. У людини ці клітини дозрівають



Мал. 210. Реакція антиген–антитіло

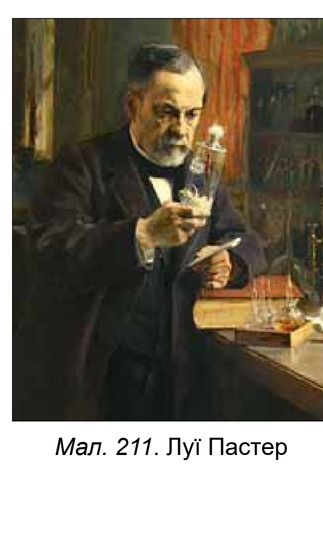
у мигдаликах (органи в ротоглотці, сформовані лімфоїдною тканиною), апендиксі, лімфатичних вузлах. Після впізнавання антигену В-лімфоцити діляться на клітини імунної пам'яті та *плазмені клітини*, які переміщуються в лімфатичні вузли і починають продукувати антитіла. Спочатку ці антитіла пов'язані з мембранами В-лімфоцитів, згодом, відриваючись від мембрани, вони специфічно з'єднуються з антигеном. Так утворюється ***комплекс антиген–антитіло*** (мал. 210). Компоненти неспецифічного імунітету активно реагують на комплекс антиген–антитіло і знешкоджують антиген.

Захисні білки *інтерферони* запобігають розмноженню вірусів, мають протипухлинну та антибактеріальну дію. На відміну від антитіл, їм не властива вузька специфічність щодо антигенів.

Потужною антибактеріальною активністю характеризується *лізоцим* – фермент, який міститься в слині, сльозах.

Здоров'я людини. Одним з основних показників стану захисних систем організму є кількісна характеристика лейкоцитів. Їхня кількість може змінюватись у досить широких межах: зменшуватись до 1,5–2 тис./мкл (*лейкопенія*) або зростати до 15–20 тис./мкл (*лейкоцитоз*). Важливим є також співвідношення різних типів лейкоцитів, так звана ***лейкоцитарна формула***. Зміщення співвідношення різних типів лейкоцитів у бік збільшення числа нейтрофілів свідчить про наявність в організмі гострого запального процесу, лімфоцитів – хронічного.

Що таке щеплення та вакцинація? Ми вже згадували, що в деяких випадках імунітет можна створити штучно – за допомогою ***імунізації*** – застосування профілактичного щеплення чи сироваток. Для ***щеплення*** застосовують *вакцини*. Ці препарати складаються з послаблених чи вбитих збудників хвороб, продуктів їхньої життєдіяльності, окремих антигенів. Прикладом таких вакцин є протидифтерійна, протитуберкульозна, протиполіомієлітна тощо. У відповідь на їх введення в організмі утворюються власні антитіла і клітини імунної пам'яті, як і після перенесених захворювань. Тому людина стає несприйнятливою до певного захворювання. Як ви пригадуєте, такий штучний імунітет називають *активним*.



Мал. 211. Луї Пастер

Луї Пастер (мал. 211) – відомий французький учений, засновник сучасної медичної мікробіології та імунології, розробив метод запобіжних щеплень проти багатьох інфекційних захворювань, зокрема проти сибірки, бешихи свиней, сказу.

Для утворення *пасивного* штучного імунітету в організм людини вводять спеціальні ***сироватки***, що містять готові антитіла проти відповідного збудника. Їх отримують з крові тварин, які перехворіли на певне захворювання. Власні антитіла при цьому в організмі не утворюються. Введення сироваток хворому зупиняє розвиток

хвороби і сприяє швидшому одужанню. На жаль, пасивний штучний імунітет зберігається лише декілька місяців.

ЗАПАМ'ЯТАЙТЕ! Щеплення здійснюють з метою запобігання захворюванням, а сироватки вводять для лікування певних захворювань. Введення вакцини під час хвороби може тільки ускладнити її перебіг.

Що таке алергічні реакції? Зазвичай імунна відповідь на потрапляння в організм антигену є корисною. Проте інколи така імунна реакція може бути надмірною чи неадекватною. У такому разі розвивається ***алергічна реакція*** – підвищена чутливість організму до будь-якої речовини (переважно білкової природи) – алергену.

ЗАПАМ'ЯТАЙТЕ! ***Алергія*** – стан підвищення чутливості організму у відповідь на дію алергенів. ***Алергени*** – речовини, які спричинюють алергічні реакції в організмі.

Зазвичай речовини, які можуть бути алергенами, не становлять жодної небезпеки для організму. До таких речовин належать: пилок рослин, шерсть тварин, харчові продукти, лікарські засоби тощо. Алергічна реакція розвивається за повторного потрапляння алергену. Симптоми алергічної реакції – почервоніння, набряки, свербіж шкіри, сильне стискання дихальних шляхів.

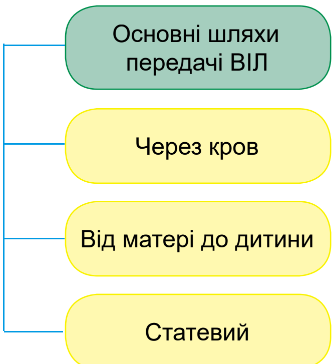
Алергени поділяють на зовнішні та внутрішні. До *зовнішніх алергенів* належать деякі харчові продукти (яйця, шоколад, цитрусові), різні хімічні органічні речовини, запахи (квітів, парфумів), лікарські препарати (мал. 212). Такі самі реакції можуть виникнути під час дії отруйних речовин, укусів бджіл, джмелів, інших комах. *Внутрішні алергени* – власні тканини організму, переважно зі зміненими природними властивостями. Наприклад, у разі опіків чи обморожень організм сприймає змертвілі тканини як чужорідні й утворює до них антитіла.

Найважчим проявом алергічних реакцій є *анафілактичний шок*. Він може виникнути внаслідок укусів комах, алергії на харчові продукти та лікарські препарати тощо. Такий тип алергічної реакції відбувається бурхливо. Її симптомами є сверблячі висипання на шкірі, набряк горла, зниження артеріального тиску.

Здоров'я людини. Кожна людина повинна знати, на що в неї виникає алергія, й уникати контактів з алергеном. У разі виникнення алергічної реакції потрібно вміти надати першу допомогу.



Мал. 212. Алергени, що можуть спричинити алергію: 1 – деякі харчові продукти рослинного походження (шоколад, цитрусові, полуниця, горіхи); 2 – пилок деяких рослин; 3 – деякі ліки.
Завдання. *Доповніть цей перелік речовинами, які можуть призвести до алергії*



Мал. 213. Основні шляхи передачі ВІЛ-інфекції. ***Завдання.*** *Користуючись схемою, назвіть основні шляхи передачі ВІЛ-інфекції*

Більшість інфекційних хвороб, з якими до останнього часу стикалося людство, виникло досить давно. До одних з них у людини утворився природний імунітет. З деякими люди навчилися боротися, створюючи штучний імунітет. Проте наприкінці XX ст. виявлено віруси, дія яких спрямована проти самої імунної системи. Цю надзвичайно небезпечну хворобу назвали «синдром набутого імунодефіциту».

Що таке СНІД? **СНІД** – синдром набутого імунодефіциту – захворювання, спричинене вірусом імунодефіциту людини (ВІЛ). Пригадайте, користуючись схемою, основні шляхи передачі ВІЛ-інфекції (мал. 213).

Надзвичайно небезпечним є те, що людина – носій вірусу – може захворіти через багато років, за цей час інфікуючи інших людей. Спілкування з ВІЛ-інфікованими людьми на побутовому рівні є безпечним для оточуючих. Переслідування ВІЛ-позитивних – це порушення прав людини.

Як взаємопов'язані імунна система та екологічний стан навколишнього середовища? Лікарі багатьох країн світу констатують зниження в людини активності імунної системи і, як результат, збільшення частоти і тяжкого перебігу інфекційних захворювань унаслідок погіршення екологічної ситуації на нашій планеті.

На жаль, екологічна ситуація в Україні є надзвичайно напруженою, зокрема в промислових районах і забруднених радіацією після аварії на Чорнобильській атомній електростанції. Пригнічують імунну систему також викиди автомобільних газів, отрутохімікати, продукти харчування, у яких надмірна кількість консервантів, ароматизаторів тощо. Тому всім потрібно дбати про якість продуктів харчування і збереження чистоти довкілля.

Здоров'я людини. Зміцненню імунної системи сприяють загартовування організму, фізичні навантаження, повноцінне харчування, дотримання особистої гігієни.

✿ ***Ключові терміни і поняття:*** **природний імунітет, штучний імунітет, імунізація, вакцина, лікувальна сироватка, алергія.**

УЗАГАЛЬНИМО ЗНАННЯ

- Для запобігання інфекційним захворюванням роблять щеплення – вакцинацію. Для лікування деяких інфекційних хвороб використовують лікувальну сироватку.
- Активність імунної системи може бути різною: надмірна реактивність, чутливість до деяких речовин спричинює, зокрема, алергію, недостатня – імунодефіцит.
- Речовини, що спричинюють алергію, називають алергенами. Реакція організму на інфекційну хворобу визначається його імунологічною реактивністю.

ПЕРЕВІРТЕ ТА ЗАСТОСУЙТЕ ЗДОБУТІ ЗНАННЯ

Дайте відповідь на запитання

1. Що таке імунізація? 2. Чим вакцина відрізняється від лікувальної сироватки? 3. Що таке алергія? Які ознаки алергічної реакції ? 4. Чому виникнення алергічної реакції є небезпечним для життя людини? 5. Які хвороби називають інфекційними? Які вони мають загальні ознаки? 6. Що таке СНІД? Які найпоширеніші шляхи поширення ВІЛ-інфекції?

Виберіть одну правильну відповідь

1. Позначте внутрішні алергени: а) харчові продукти (яйця, шоколад, цитрусові); б) запахи (квітів, парфумів); в) лікарські препарати; г) власні тканини організму під час опіків.

2. Виберіть можливі шляхи зараження ВІЛ-інфекції: а) повітряно-крапельний; б) переливання крові; б) споживання заражених харчових продуктів; в) споживання сирої води; г) рукостискання.

ОБГОВОРІТЬ У ГРУПАХ. Що таке імунізація, види імунізації і яке її значення для збереження здоров'я людини?

ПОМІРКУЙТЕ. 1. На початку виникнення епідемії грипу джерела масової інформації закликають робити вакцинацію. Чи доцільно вводити протигрипозну профілактичну вакцину? Яке це має значення для збереження здоров'я людини? 2. Чому заходи щодо боротьби зі СНІДом слід проводити в міжнародному масштабі?

ТВОРЧЕ ЗАВДАННЯ. 1. Дослідіть, яку імунізацію проводили вам. Які вакцини вам уводили і чому? 2. Користуючись різними джерелами інформації, у тому числі й Інтернетом, оформіть презентацію «Статистичні дані захворювань на СНІД у різних регіонах України».

§ 58. ВЗАЄМОДІЯ РЕГУЛЯТОРНИХ СИСТЕМ ОРГАНІЗМУ. СТРЕС І ФАКТОРИ, ЯКІ ЙОГО СПРИЧИНЯЮТЬ

Пригадайте будову та функції проміжного мозку. Що таке гіпофіз і гіпоталамус? Які їхні функції? Що таке гормони та нейрогормони?

Тісний зв'язок між нервовою та ендокринною системами здійснюється завдяки взаємодії структури проміжного мозку гіпоталамуса та провідної ендокринної залози, яка теж пов'язана з проміжним мозком, – гіпофіза. Так виникає гіпоталамо-гіпофізарна система.

Яка роль гіпоталамо-гіпофізарної системи в регуляції діяльності організму людини? До гіпоталамуса від нервових клітин інших відділів головного мозку надходять відповідні сигнали. У відповідь нейросекреторні клітини гіпоталамуса виділяють нейрогормони, які по кровоносних судинах з током крові потрапляють у передню частку гіпофіза (див. мал. 196). Там нейрогормони стимулюють або гальмують вироблення певних гормонів, які впливають на діяльність інших ендокринних залоз. Отже, діяльність гіпофіза перебуває під контролем гіпоталамуса.

У роботі єдиної гіпоталамо-гіпофізарної системи закладено **принцип прямого і зворотного зв'язку.** Коли будь-яка залоза внутрішньої секреції починає виділяти дуже мало або, навпаки, занадто багато гормонів, гіпоталамус реагує на такі відхилення від норми їхнього вмісту в крові. Цю інформацію він передає в гіпофіз, який завдяки виділенню певних гормонів посилює або послаблює функцію відповідної залози внутрішньої секреції. Наприклад, гіпофіз виробляє ***тиреотропний гормон***, який стимулює діяльність щитоподібної залози. Під впливом цього гормону щитоподібна залоза виробляє свій гормон – тироксин (трийодтиронін), який впливає на всі органи і тканини організму. Тироксин впливає і на гіпофіз, для якого це є сигналом про результат його діяльності. Таким чином, якщо тиреотропний гормон гіпофіза

стимулює діяльність щитоподібної залози (це прямий зв'язок), тоді тироксин гальмує діяльність гіпофіза, зменшуючи утворення тиреотропного гормону (це зворотний зв'язок).

Інтеграція нервової та гуморальної регуляції в організмі особливо яскраво проявляється під час виникнення стресових реакцій.

Що таке стрес? **Стрес** – це стан організму, що виникає у відповідь на дію несприятливих зовнішніх або внутрішніх чинників (***стресорів***). Стресор може бути будь-якої природи – спека чи холод, отрута, інфекція, втрата крові, сильне емоційне потрясіння тощо. З фізіологічної точки зору стрес є нейрогуморальною реакцією, спрямованою на адаптацію організму до незвичних для нього умов.

Коли виникають надзвичайні ситуації, спричинені надмірною інтенсивністю певних зовнішніх чи внутрішніх чинників, виникає потреба мобілізації всіх сил організму, інтенсивної роботи різних систем органів, значних витрат енергії, дуже активної розумової діяльності тощо. З такими обставинами доводиться стикатися спортсменам під час змагань, бійцям на війні, в аварійних ситуаціях – водіям, пілотам, морякам тощо. Кожна людина може опинитись у такому стані, коли нервова та ендокринна системи повинні так впливати на діяльність організму, щоб дати змогу пристосуватись до нових, незвичних обставин, підтримати гомеостаз.

В організмі існують досконалі механізми підтримання гомеостазу. Але якщо дія певних факторів надто сильна, тривала та незвична, тоді розвивається *синдром*[1] *загальної адаптації* – налаштування організму для переживання надзвичайної ситуації.

Які механізми реакції організму на стрес? Появу стресового стану реєструє гіпоталамус. Його рецептори реагують на зміни хімічного складу, температури та тиску крові. У разі стресу він запускає низку реакцій, які й спричинюють синдром загальної адаптації.

Як приклад розглянемо стрес, що викликає реакцію тривоги. У синдромі загальної адаптації можна виділити три стадії. Спочатку починається збудження кори півкуль кінцевого мозку. Звідти нервові імпульси прямують до гіпоталамуса. Унаслідок стимуляції гіпоталамусом симпатичних нервів здійснюється ***реакція тривоги***. При цьому фізичні дії, зазвичай, відсутні, а велика кількість глюкози та кисню з кров'ю потрапляє до структур, що відіграють найбільшу роль у протистоянні небезпеці:

головного мозку, який повинен здійснювати чітке керування організмом;

скелетних м'язів, за допомогою яких, можливо, доведеться відбивати атаку чи тікати;

серця, яке має інтенсивно працювати, щоб постачати достатньо поживних речовин до органів;

бронхів, які розширюються і відповідно збільшується легенева вентиляція;

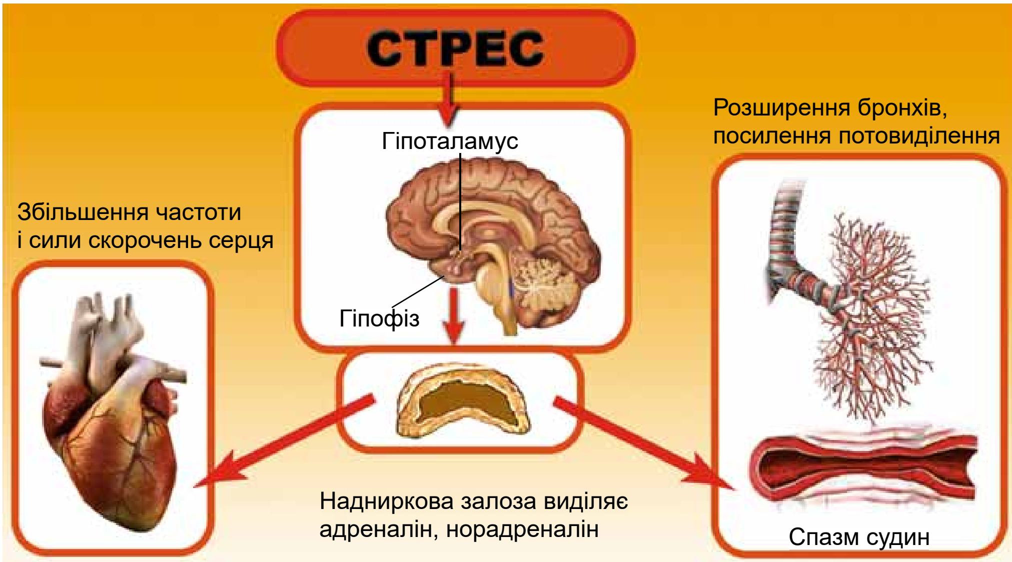
потових залоз шкіри, які посилюють потовиділення;

зіниць ока, які розширюються тощо.

Нейрогормони, які виділяє гіпоталамус, активізують діяльність гіпофіза, що виробляє тропні гормони. Вплив цих гормонів стимулює функцію надниркових залоз і виділення ними гормону адреналіну, що впливає на діяльність певного відділу нервової системи (мал. 214).

---

[1] Синдром – сукупність ознак певного захворювання або стану організму.



Мал. 214. Механізм розвитку стресу. ***Завдання***. *Користуючись схемою, поясніть, які процеси відбуваються в органах під час стресу*

У ***стадії опору*** організм мобілізує свої ресурси, щоб подолати стресову ситуацію. Зростає кількість гормонів, антитіл, які надходять до ураженої ділянки, частина глікогену перетворюється на глюкозу, яка інтенсивно розщеплюється, поповнюючи енергетичні запаси організму. Симпатичний відділ автономної нервової системи готує організм до боротьби або втечі. При цьому активно працює й головний мозок. Зазвичай, ми успішно витримуємо цю стадію та повертаємося до нормального стану. Але якщо організм не справляється зі стресом, настає ***стадія виснаження***, яка може призвести до важкого захворювання.

Важливе значення для того, які наслідки спричиняє стрес, має поведінка у стресовій ситуації. Якщо людина шукає засоби поліпшення або уникнення подальшого розвитку такого стану, стійкість її організму зростає. Якщо людина відмовляється від активних протидій, опір синдрому загальної адаптації переходить у фазу виснаження.

Отже, під час стресу організм людини мобілізує свої захисні сили, що сприяє пристосуванню до умов життя, які постійно змінюються. Без деякого рівня стресу неможлива будь-яка активна діяльність людини.

Як впливають на регуляторні системи організму наркотичні речовини, алкоголь та тютюнокуріння? Наркотики – хімічні сполуки, які діють на психічний стан людини. Вони спричиняють короткочасне піднесення настрою, у певних випадках – *галюцинації*. Це хворобливий стан, за якого виникають образи і відчуття (слухові, зорові тощо), не пов’язані із зовнішніми подразниками, однак певний час сприймаються як реальні. Хворобливий потяг до споживання наркотиків називають ***наркоманією***, а людину, яка вживає наркотики – наркоманом.

Наркотичні речовини погіршують проведення нервового імпульсу по нервах. Саме на цьому базується дія певних наркотиків, здатних знімати біль.

Наркотики згубно впливають і на гуморальну регуляцію. Тривале споживання їх призводить, зокрема, до недостатнього вироблення статевих гормонів.

За постійного вживання алкоголю змінюється психіка людини, адже алкоголь прискорює загибель нейронів (на кожні спожиті 100 г алкоголю гине 33 000 нейронів). Унаслідок цього відбувається деградація особистості, руйнуються сім'ї, людина втрачає працездатність тощо.

Погано впливає на нервову та гуморальну регуляцію функцій організму і тютюнокуріння. Під час куріння утворюється дим, який містить багато шкідливих речовин – чадний газ, смоли, радіоактивні ізотопи, нікотин та ін.

ЗАПАМ'ЯТАЙТЕ! Важливо в підлітковий період не піддавати під різні негативні впливи. Життя багатогранне, і можливості, закладені в кожній людині, потрібно реалізовувати через навчання, цікаву трудову діяльність, спорт.

Ключові терміни і поняття: **гіпоталамо-гіпофізаторна система, стрес, стрес-фактори.**

УЗАГАЛЬНИМО ЗНАННЯ

- Регуляція функцій в організмі забезпечується взаємоузгодженою діяльністю нервової системи і гуморальних факторів. Гіпоталамус і гіпофіз утворюють єдину гіпоталамо-гіпофізарну систему, яка впливає на інші залози внутрішньої секреції.
- Стрес – це стан організму, що виникає у відповідь на дію несприятливих зовнішніх або внутрішніх чинників (стрес-факторів). Активна діяльність людини неможлива без деякого рівня стресу. Він підвищує адаптаційні можливості людини. Негативно впливає на організм тривала дія стрес-факторів. Стреси є постійними складовими нашого життя. Для протидії стресам в організмі людини існують механізми, які забезпечують гомеостаз. Причинами стресу можуть бути різноманітні фактори. Стрес має стадії тривоги, опору та виснаження. Характер реакції людини на стрес визначає ступінь стійкості її психіки.
- Алкоголізм, наркоманія та тютюнокуріння згубно діють на нервову та ендокринну системи людини, спричинюють важкі захворювання та смерть.

ПЕРЕВІРТЕ ТА ЗАСТОСУЙТЕ ЗДОБУТІ ЗНАННЯ

Дайте відповідь на запитання

1. У чому полягає інтеграція нервової і гуморальної регуляції? 2. Що таке стрес? Яке його значення в житті людини? 3. Як реагують нервова та ендокринна системи на дію стрес-факторів?

Виберіть одну правильну відповідь

1. Укажіть залозу внутрішньої секреції, яка керує діяльністю інших залоз внутрішньої секреції: а) гіпофіз; б) щитоподібна; в) підшлункова залоза; г) епіфіз.
2. Позначте гормон, який забезпечує мобілізацію всіх ресурсів організму в стресових ситуаціях: а) інсулін; б) адреналін; в) тироксин; г) тестостерон.
3. Позначте залозу, яка активізує виділення гормонів під час виникнення стресу: а) тимус (вилочкова); б) гіпофіз; в) надниркові; г) щитоподібна.

ОБГОВОРІТЬ У ГРУПАХ. Яке значення гіпоталамо-гіпофізарної системи?

ПОМІРКУЙТЕ. Чому вважають, що деякі стресові ситуації справляють позитивний вплив на організм?

ТВОРЧЕ ЗАВДАННЯ. Складіть пам'ятку «Як захистити свій організм від стресогенних чинників?».

САМОКОНТРОЛЬ ЗНАНЬ З ТЕМИ

1. Укажіть залозу змішаної секреції: а) підшлункова залоза; б) надниркова; в) щитоподібна залоза; г) гіпофіз.

2. Укажіть хімічний елемент, потрібний для синтезу гормонів щитоподібної залози: а) Ферум; б) Цинк; в) Йод; г) Сульфур.

3. Укажіть гормон підшлункової залози, який впливає на розщеплення глікогену до глюкози: а) тироксин; б) інсулін; в) глюкагон; г) трийодтиронін.

4. Позначте умову, за якої може виникнути ендемічний зоб: а) гіпофункція підшлункової залози; б) гіперфункція підшлункової залози; в) гіпофункція щитоподібної залози; г) гіперфункція щитоподібної залози.

5. Укажіть ряд гормонів підшлункової залози, які є антагоністами під час регуляції вмісту глюкози в крові: а) інсулін та тироксин; б) тестостерон і глюкагон; в) інсулін і глюкагон; в) прогестерон і тестостерон.

6. ***Установіть відповідність*** між залозами та гормонами, які вони утворюють:

А надниркові залози	**1** мелатонін
Б прищитоподібні залози	**2** адреналін
В щитоподібна залоза	**3** паратгормон
Г епіфіз	**4** тироксин
	5 окситоцин

7. Складіть характеристику підшлункової залози.

А Розміщення в організмі	**Б** Утворює гормон	**В** Захворювання, спричинене порушенням функції залози
1 у головному мозку **2** над нирками **3** під шлунком	**1** тироксин **2** глюкагон **3** адреналін	**1** мікседема **2** гігантизм **3** цукровий діабет

Поміркуйте

8. Під час здачі загального аналізу крові, лікар звертає особливу увагу на рівень глюкози в крові. Поясніть чому.

9. В аналізі крові виявлено підвищений вміст лейкоцитів. Поясніть причину їх збільшення.

10. Фізіологи називають гіпофіз «диригентом оркестру гормонів». Чому його так називають?



Тема 11

РОЗМНОЖЕННЯ ТА РОЗВИТОК ЛЮДИНИ

Людина подібно до інших організмів здатна до розмноження. Завдяки цьому процесові життя людини як біологічного виду не припиняється.

§59. БУДОВА ТА ФУНКЦІЇ РЕПРОДУКТИВНОЇ СИСТЕМИ ЛЮДИНИ

Пригадайте, що таке розмноження, які є типи розмноження. Які ендокринні залози належать до змішаних?

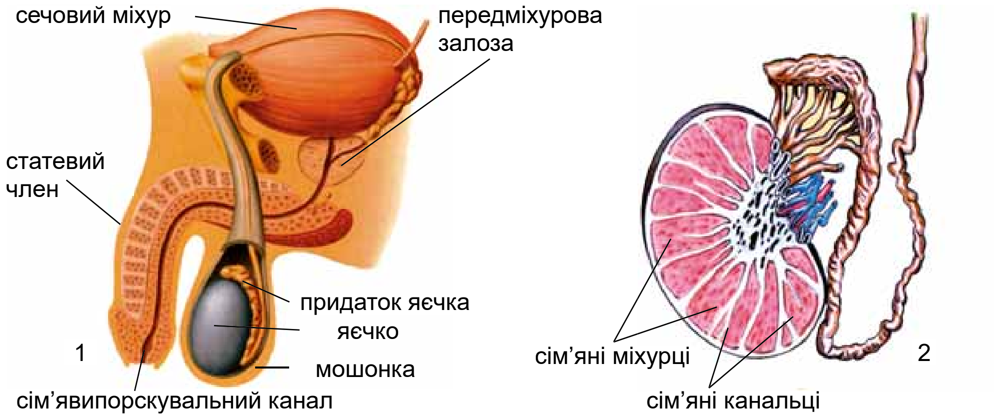
Однією з умов існування і процвітання будь-якого біологічного виду є здатність відтворювати нащадків. Людина також біологічний вид, тому продовження роду є її природною потребою. Однак людина не тільки біологічна, а й соціальна істота. Це зумовлено тим, що її еволюція відбувалася в соціальному середовищі. Тому повноцінними умовами для продовження людського роду є створення сім'ї.

Людина розмножується статевим способом. Функцію розмноження забезпечує **репродуктивна система**. Її утворюють статеві органи. Вони складаються зі статевих залоз, де формуються статеві клітини; статевих шляхів, по яких ці клітини досягають місця запліднення, і зовнішніх статевих органів. Розрізняють чоловічу і жіночу статеві системи.

Яка будова чоловічої статевої системи? До внутрішніх чоловічих статевих органів належать сім'яники, або яєчка, придатки яєчок, передміхурова залоза (простата) (мал. 215).

Сім'яники, або **яєчка,** – овальні парні статеві залози, що містяться поза черевною порожниною у шкірному мішку (мошонці) й виконують подвійну секреторну функцію: ***зовнішню*** – утворення сперматозоїдів і ***внутрішню*** – виділення *гормону тестостерону*. (*Пригадайте, до якого типу залоз належать сім'яники.*) Кожен сім'яник складається приблизно з тисячі звивистих ***сім'яних канальців***. Під час статевого дозрівання в сім'яних канальцях яєчок починають утворюватися чоловічі статеві клітини – ***сперматозоїди***. З яєчок вони надходять до придатків, де дозрівають упродовж двох тижнів.

Придаток яєчка – це згорнута спіраллю трубка, що проходить по задній частині яєчка. Від кожної протоки придатка починається ***сім'явиносна протока***, що з'єднується з протоками сім'яних міхурців. ***Сім'яні міхурці*** – парні залози, секрет яких забезпечує сперматозоїди поживними речовина-



Мал. 215. 1. Чоловічі статеві органи. 2. Будова сім'яника

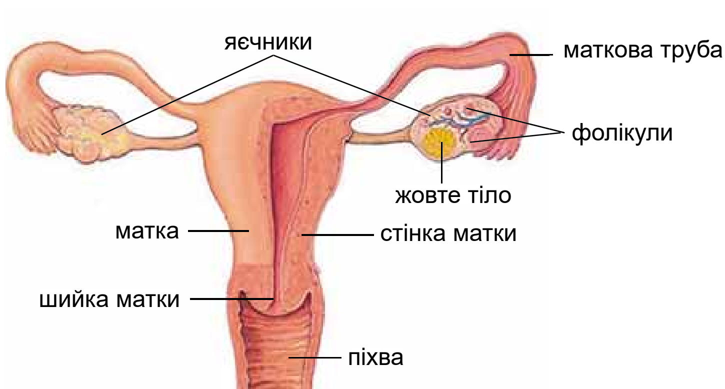
ми, а також підтримує їхню рухливість. Протоки придатків і протоки сім'яних міхурців зливаються в одну й утворюють ***сім'явипорскувальний канал***. Він відкривається у сечівник. Саме тут сечовий шлях об'єднується зі статевим.

Під сечовим міхуром, верхню частину сечівника охоплює **передміхурова залоза (простата)**. Вона виділяє слиз, який забезпечує пересування сперматозоїдів сім'явиносною протокою, а також процес сім'явипорскування.

До **зовнішніх чоловічих статевих органів** відносять мошонку, що вміщує яєчка та їхні придатки, і статевий член, або пеніс.

Яка будова жіночих статевих органів? До жіночих статевих органів належать яєчники, маткові труби, матка і піхва (мал. 216). **Яєчники** утворені із численних фолікулів та секреторних клітин, що виділяють статеві гормони (зокрема, *естрадіол* і *прогестерон*) (***внутрішня функція***). Кожен фолікул містить незрілу яйцеклітину (***зовнішня функція***).

До кожного яєчника підходить **маткова труба** – парний м'язовий орган завдовжки до 12 см. Частина маткової труби має розширення (лійку) з отвором, оточеним миготливими війками. Завдяки рухам цих війок яйцеклітина потрапляє до маткової труби, де зазвичай відбувається запліднення.



Мал. 216. Будова жіночих статевих органів

Матка – товстостінний грушоподібний порожнистий м'язовий орган, який виконує менструальну, секреторну функції, а під час вагітності в ній розвивається зародок і плід. У матці розрізняють опуклішу верхню частину, або ***тіло матки***, до якого підходять маткові труби, та вужчу циліндричну нижню частину матки – ***шийку***. Це вузький канал, який під час пологів розширюється, щоб ним могла пройти дитина. Матка переходить у ***піхву*** – м'язову трубку, через яку сперматозоїди потрапляють у жіночий організм.

До репродуктивної системи жінок належать також молочні залози – парні органи, у яких утворюється молоко в період вигодовування немовлят.

До чого призводить недотримання особистої гігієни в дівчат і юнаків? У разі недотримання гігієнічних норм у дівчат (жінок) виникають запальні процеси статевих органів. Якщо таке запалення виникає, потрібно негайно звернутися до лікаря. За вчасно розпочатого лікування хвороба зазвичай зникає безслідно. Якщо зволікати з лікуванням, хвороба набуває хронічної форми, яку вилікувати набагато важче. Невилікувані хвороби статевих органів впливають на можливість завагітніти (безпліддя); на перебіг вагітності, пологів.

У юнаків у разі недотримання особистої гігієни в результаті проникнення хвороботворних мікроорганізмів до статевих органів, а також унаслідок сидячого, малорухливого способу життя, вживання алкоголю, гострої їжі може виникнути запалення передміхурової залози – ***простатит***.

Поширеною причиною виникнення захворювання статевих органів є **інфекції, що передаються статевим шляхом (ІПСШ).**

Що таке ІПСШ? Нині налічують понад 20 хвороб, які спричинюють ІПСШ. На них хворіють як чоловіки, так і жінки. На відміну від деяких інших інфекційних захворювань, проти ІПСШ імунітет не виробляється, і за повторного зараження хвороба розвивається знову. Ці хвороби ніколи самостійно не виліковуються. Без медичної допомоги людина хворітиме на них усе життя. Збудниками ІПСШ є віруси, бактерії, гриби та одноклітинні твариноподібні організми, які потрапляють в організм людини під час статевого контакту. Деякі ІПСШ, такі як хламідіоз і генітальний герпес, передаються також через предмети особистої гігієни – білизну, рушник тощо. Найпоширенішими серед ІПСШ є сифіліс, гонорея та трихомоноз (*див. таблицю 12*).

Таблиця 12

Захворювання, що передаються статевим шляхом

Захворювання	Збудник	Симптоми	Наслідки
Сифіліс	Бліда спірохета	Поява безболісних виразок на зовнішніх статевих органах, збільшення пахових лімфовузлів	Ураження всіх органів, руйнування носових перегородок, спотворення обличчя, параліч ніг, тяжкі страждання, смерть
Гонорея	Гонокок	Гнійні виділення, підвищення температури, біль при сечовипусканні	Руйнування статевих залоз, безпліддя
Трихомоноз	Трихомонада	Гнійні виділення, запалення слизових оболонок статевих органів	Руйнування статевих залоз, безпліддя

Завдання. *Користуючись різноманітними джерелами інформації, доповніть таблицю 12 прикладами хвороб, що передаються статевим шляхом.*

Важливі профілактичні заходи щодо уникнення хвороб ІПСШ: санітарно-просвітницька робота, рання діагностика, моральна та юридична відповідальність людини щодо сім'ї та оточення.

✿ *Ключові терміни і поняття:* **яєчка, сім'яні міхурці, передміхурова залоза (простата), яєчники, маткові труби, матка, ІПСШ.**

УЗАГАЛЬНИМО ЗНАННЯ

- Людина розмножується статевим способом. Функцію розмноження забезпечує репродуктивна система, яку утворюють статеві органи. До репродуктивної системи людини належать чоловічі та жіночі статеві органи.
- Недотримання особистої гігієни зовнішніх статевих органів та випадкові статеві контакти є основними причинами, що призводять до захворювань жіночих і чоловічих статевих органів. Випадкові статеві стосунки можуть призвести до ІПСШ. Дотримання правил гігієни статевих органів має важливе значення для збереження їхньої повноцінної фізіологічної функції.

ПЕРЕВІРТЕ ТА ЗАСТОСУЙТЕ ЗДОБУТІ ЗНАННЯ

Дайте відповідь на запитання

1. Як будова чоловічих статевих органів пов'язана з їхніми функціями? 2. Як будова жіночих статевих органів пов'язана з їхніми функціями?

Виберіть одну правильну відповідь

1. Укажіть продукти чоловічих статевих залоз: а) сперматозоїди; б) яйцеклітини; в) гормон адреналін; г) гормон прогестерон.
2. Укажіть продукти жіночих статевих залоз: а) сперматозоїди; б) яйцеклітини; в) гормон тестостерон; г) гормон адреналін.

ОБГОВОРІТЬ У ГРУПАХ (ОКРЕМО ДІВЧАТА ТА ХЛОПЦІ). І група. Значення дотримання особистої гігієни у юнаків. ІІ група. Значення дотримання особистої гігієни у дівчат.

ПОМІРКУЙТЕ. Чому дотримання особистої гігієни має важливе значення для збереження репродуктивності статевих органів?

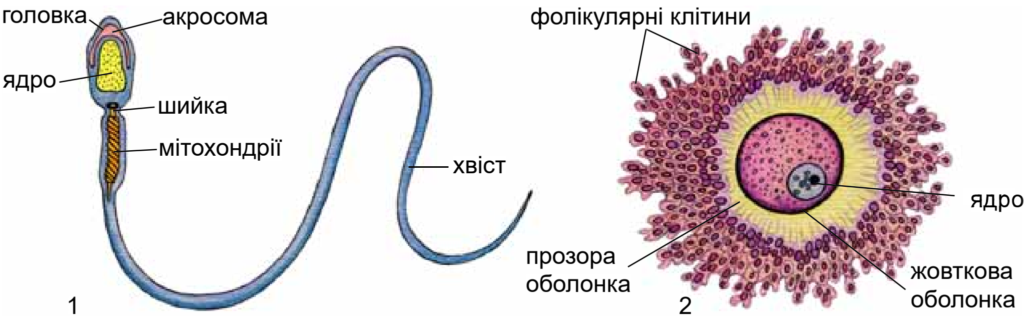
ТВОРЧЕ ЗАВДАННЯ. Оформіть плакат на тему «Як уберегтися від ІПСШ».

§60. СТАТЕВІ КЛІТИНИ. МЕНСТРУАЛЬНИЙ ЦИКЛ. ЗАПЛІДНЕННЯ. ВАГІТНІСТЬ

Пригадайте, що таке ядро клітини.

Яйцеклітини та сперматозоїди розвиваються з первинних статевих клітин. Чоловічі первинні статеві клітини починають утворюватися з настанням статевої зрілості. Процес дозрівання сперматозоїдів триває понад два місяці. Щодня у чоловіків дозріває кілька мільйонів сперматозоїдів. На відміну від чоловіків, у жінок первинні статеві клітини утворюються вже в ембріональному періоді й перебувають у «законсервованій» стадії аж до настання статевої зрілості.

Яка будова чоловічих статевих клітин? Чоловічі статеві клітини – **сперматозоїди** – це дуже дрібні, рухливі гамети, що складаються з головки, шийки і хвоста (мал. 217, 1). ***Головка*** має ядро, оточене тонким шаром цитоплазми, та ***акросому***, органелу, яка виробляє фермент, що сприяє проникненню сперматозоїда в яйцеклітину. У ***шийці*** міститься велика кількість мітохондрій, енергія яких забезпечує рух хвоста, а отже, і рух самого сперматозоїда до яйцеклітини.



Мал. 217. Будова сперматозоїда (1) та яйцеклітини (2)

Статеве дозрівання у хлопчиків починається у період від 11 і завершується в середньому до 18 років.

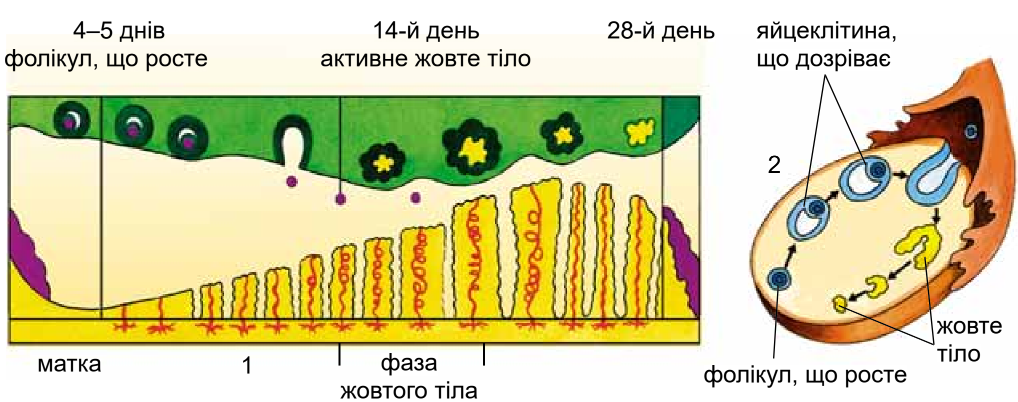
Яка будова жіночих статевих клітин? Жіночі статеві клітини – **яйцеклітини**, на відміну від сперматозоїдів, нерухомі, значно більші за розміром (близько 0,1 мм), кулястої форми (мал. 217, 2). Цитоплазма яйцеклітини містить великий запас поживних речовин у вигляді жовткових включень, рівномірно розподілених у клітині. Ззовні яйцеклітина оточена оболонками. Вони виконують функції живлення та захисту.

Статеве дозрівання у дівчат відбувається від 9 до 16 років. Приблизно у віці 10–12 років у дівчат починається перша **менструація** – ознака дозрівання яйцеклітини у фолікулах яєчників.

Що таке менструальний цикл? **Менструальний цикл** – фізіологічний процес в організмі жінки, під час якого відбуваються закономірні циклічні зміни функцій статевої системи, що контролюються статевими гормонами. Тривалість менструального циклу в нормі становить 21–36 днів (найпоширеніший цикл – 28 днів). Його можна розділити на три фази: менструальну, післяменструальну і передменструальну (мал. 218, 1).

У ***менструальну фазу*** (1–5-й день менструації) слизова оболонка матки відшаровується, що супроводжується розривом деяких кровоносних судин.

У ***післяменструальну фазу*** (6–14-й день) гіпофіз виділяє гормон, який стимулює утворення нового фолікула. Цей фолікул починає виділяти спеціальний гормон, який стимулює розвиток яйцеклітини в ньому і віднов-



Мал. 218. 1. Менструальний цикл. 2. Утворення жовтого тіла

лення функціонального шару слизової оболонки матки, що потовщується і стає завтовшки приблизно 1 мм.

На 14-й день відбувається **овуляція** (від *овум* – яйце), унаслідок чого дозріла яйцеклітина розриває оболонку фолікула і виходить з яєчника, надходить у маткову трубу, де завершується її дозрівання; матка стає здатною до сприйняття заплідненої яйцеклітини.

У ***передменструальну фазу*** (з 15-го по 28-й день) на місці зруйнованого фолікула утворюється ***жовте тіло*** (жироподібна сполучна тканина жовтого кольору) (мал. 218, 2). Воно виконує роль тимчасової залози внутрішньої секреції, виробляючи гормон *прогестерон*, що затримує дозрівання наступного фолікула і готує слизову оболонку матки до прийняття зародка. Якщо запліднення не відбулося, жовте тіло руйнується, вміст відповідних гормонів знижується, слизова оболонка матки відшаровується і починається менструація. Цикл знову повторюється.

✿ *Ключові терміни і поняття:* ***сперматозоїди*, яйцеклітини, полюція, менструація, менструальний цикл, овуляція.**

УЗАГАЛЬНИМО ЗНАННЯ

- Статеві клітини (сперматозоїди та яйцеклітини) є дуже чутливими до впливу зовнішнього середовища. Тому молодому організмові особливо потрібно намагатися уникати нікотину, наркотичних речовин, алкоголю і шкідливих фізичних впливів (радіації, посилення електромагнітного випромінювання тощо). Вони можуть спричинити порушення функціональної (репродуктивної) здатності цих клітин.

ПЕРЕВІРТЕ ТА ЗАСТОСУЙТЕ ЗДОБУТІ ЗНАННЯ

Дайте відповідь на запитання

1. Яка будова чоловічих статевих клітин? 2. Яка будова жіночих статевих клітин? 3. Що таке менструальний цикл?

Виберіть одну правильну відповідь

1. Виберіть день менструального циклу, у який відбувається овуляція: а) 1; б) 5; в) 7; г) 14.
2. Що утворюється на місці зруйнованого фолікула: а) яйцеклітина; б) жовте тіло; в) гормон естроген; г) гормон прогестерон.
3. Виберіть роль жовтого тіла: а) виробляє гормон, що затримує дозрівання наступного фолікула; б) сприяє розшаруванню слизової оболонки матки; в) сприяє дозріванню яйцеклітини.

ПОМІРКУЙТЕ. Як будова чоловічої статевої клітини впливає на процес запліднення?

ТВОРЧЕ ЗАВДАННЯ. Порівняйте чоловічу й жіночу статеві клітини за ознаками взаємозв’язку будови та функцій.

§61. ЗАПЛІДНЕННЯ. ЕМБРІОНАЛЬНИЙ ПЕРІОД РОЗВИТКУ ЛЮДИНИ. ПЛАЦЕНТА, ЇЇ ФУНКЦІЇ

Пригадайте, що таке запліднення.

Онтогенез (від грец. *онтос* – існуюче та *генезис* – походження) – це індивідуальний розвиток організму з моменту його зародження до природної смерті. Виділяють два періоди онтогенезу: ***ембріональний*** (***зарод-***

ковий) і ***постембріональний*** (***післязародковий***). ***Ембріональний*** охоплює перетворення зиготи на зародок і розвиток зародка та плоду до моменту народження дитини. ***Постембріональний*** починається після її народження.

Як відбувається процес запліднення? Ви вже знаєте, що початковим етапом індивідуального розвитку організму (онтогенезу) є **запліднення** – процес злиття ядер чоловічої та жіночої статевих клітин.

Сперматозоїди, потрапивши до піхви жінки, пересуваються до шийки матки. Приблизно через 30 хв вони досягають порожнини матки, а через 1,5 год потрапляють до маткових труб, де зустрічаються з яйцеклітиною. Сперматозоїд руйнує мембрану яйцеклітини за допомогою спеціальної речовини, яку виробляє акросома. Коли головка сперматозоїда потрапляє всередину яйцеклітини, її мембрана стає непроникною для інших сперматозоїдів.

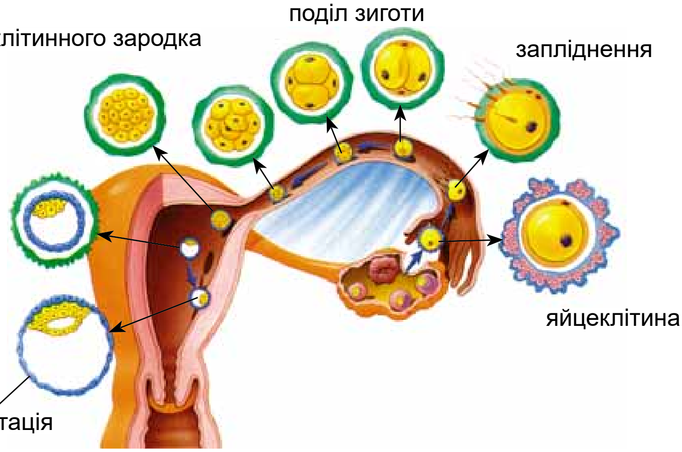
Ядра обох статевих клітин (сперматозоїда і яйцеклітини) зливаються в одне й утворюють запліднену яйцеклітину, або ***зиготу***. Так настає вагітність, що триває в межах дев'яти місяців.

Вагітність – фізіологічний стан організму жінки, пов'язаний із заплідненням яйцеклітини і розвитком зародка і плоду. Під час вагітності посилюється виділення гормонів яєчників, а потім плаценти, збільшуються розміри матки. Основні її ознаки: припинення менструацій; збільшення молочних залоз; сонливість; можливі тимчасові запаморочення та нудота.

Як утворюється зародок і плід? Запліднена яйцеклітина просувається по матковій трубі й водночас ділиться, перетворюючись на багатоклітинний зародок (мал. 219). Через чотири-п'ять днів після запліднення зародок потрапляє до порожнини матки. На 7-й день після запліднення він занурюється в її слизову оболонку й прикріплюється до неї. Цей процес має назву ***імплантація*** (від *ім* – префікс, що означає проникнення в щось, *плантаціо* – пересадка).

Період від моменту імплантації до утворення плаценти (кінець другого місяця) називають ***зародковим періодом*** внутрішньоутробного розвитку, а організм називається ***зародком***, або ***ембріоном***.

Наприкінці другого місяця внутрішньоутробного розвитку утворюється **плацента** (від лат. *плацента* – пиріг), або **дитяче місце** (мал. 220), – орган,



Мал. 219. Розвиток організму людини після запліднення

який має вигляд диска, міцно прикріпленого до слизової оболонки матки, і зв'язує плід з організмом матері. Від утворення плаценти організм називають ***плодом***.

Плацента, виконуючи роль залози внутрішньої секреції, починає виділяти спеціальний гормон – *прогестерон*, який сприяє нормальному перебігу вагітності. Вона також захищає плід від негативної дії низки чинників зовнішнього середовища, утворюючи так званий *плацентарний бар'єр*. Кров матері не змішується з кров'ю плоду, у плаценті через стінки їхніх кровоносних судин відбувається обмін поживними речовинами.



Мал. 220. Будова плаценти

Плід оточують плодовий міхур та навколоплідні води. Плодовий міхур – це особливі оболонки, що оточують плід у вигляді мішка і виконують захисну функцію. Навколоплідні води заповнюють простір між плодом і внутрішньою плодовою оболонкою та забезпечують механічний захист, рух і розвиток плоду.

Плід з материнським організмом з'єднує шнуроподібний орган – ***пуповина***. Завдяки їй плід одержує поживні речовини з крові матері (живлення плоду) та антитіла (захисна функція), відбувається газообмін між організмом матері і плоду (дихання плоду, звільнення від вуглекислого газу) та виділення непотрібних продуктів обміну речовин.

Плідний період починається з початку третього місяця і триває до моменту народження дитини – (пологів). **Пологи** – це складний фізіологічний процес, який супроводжується народженням дитини і закінченням вагітності.

Здебільшого жінка за одну вагітність народжує одну дитину. Але є випадки народження водночас двох, трьох і більше дітей (близнят). Вони можуть бути однояйцевими і різнояйцевими. **Однояйцеві близнята** розвиваються з однієї зиготи, яка поділялася на два (іноді більше) фрагменти на певних етапах розвитку зародка (мал. 221, 1). Вони обов'язково однієї статі й дуже схожі між собою.

Різнояйцеві близнята розвиваються з двох або кількох зигот, які утворилися в разі запліднення кількох яйцеклітин. Вони можуть бути однієї або різних статей; схожі між собою не більше, ніж звичайні брати і сестри (мал. 221, 2).



Мал. 221. Однояйцеві (1) та різнояйцеві (2) близнята

Розвиток дитини в материнському організмі повністю залежить від здоров'я матері. Тому під час вагітності жінці потрібно: правильно харчуватися, вживати калорійну й легкозасвоювану їжу; частіше перебувати на свіжому повітрі; дбати про чистоту тіла; носити зручний одяг; бути спокійною; оберігатися від інфекційних захворювань, повністю відмовитися від шкідливих звичок.

Вживання алкоголю і наркотиків у період вагітності може призвести до народження фізично й розумово недорозвинених дітей. Тютюнокуріння особливо неприпустиме під час вагітності й годування дитини груддю.

✿ *Ключові терміни і поняття:* **онтогенез, запліднення, вагітність, зигота, ембріон, плід, плацента, пологи.**

УЗАГАЛЬНИМО ЗНАННЯ

- Процес запліднення полягає у злитті ядер чоловічої і жіночої статевих клітин та об'єднанні їхньої генетичної інформації.
- У період внутрішньоутробного розвитку з однієї клітини внаслідок її послідовного багаторазового поділу утворюються інші клітини. Вони ростуть, розподіляються за будовою і функціями, врешті-решт утворюється унікальний організм.

ПЕРЕВІРТЕ ТА ЗАСТОСУЙТЕ ЗДОБУТІ ЗНАННЯ

Дайте відповідь на запитання

1. Як відбувається запліднення в людини? 2. Як розвивається зародок? 3. Що таке плацента? Яку роль вона відіграє в розвитку плоду? 4. Як відбувається газообмін між організмом матері й плодом?

Виберіть одну правильну відповідь

Укажіть, що називають плодом у людини: а) яйцеклітину до запліднення; б) яйцеклітину після запліднення; в) запліднену яйцеклітину, що почала ділитися; г) зародок від початку утворення плаценти.

ОБГОВОРІТЬ У ГРУПАХ. Розкрийте особливості зародкового та плідного періодів.

ПОМІРКУЙТЕ. Чим зародковий період відрізняється від плідного?

ТВОРЧЕ ЗАВДАННЯ. Порівняйте розвиток однояйцевих і різнояйцевих близнят. Відповідь оформіть у вигляді таблиці.

§ 62. ПОСТЕМБРІОНАЛЬНИЙ РОЗВИТОК ЛЮДИНИ

Пригадайте *з курсу основ здоров'я*, що таке статеве дозрівання і в який період розвитку людини воно відбувається. Що таке ріст і розвиток?

Упродовж життя в організмі людини безперервно відбуваються процеси росту й розвитку. У різні періоди життя інтенсивність цих процесів неоднакова, що зумовлює специфічні анатомічні, фізіологічні та психічні особливості, які називають ***віковими***.

Хронологічний вік – це період (у роках, місяцях, днях), прожитий від дня народження до певного відлічуваного моменту. **Біологічний вік** – це сукупність анатомічних і фізіологічних особливостей організму, що відпо-



Мал. 222. Формування вигинів хребта

відають віковим нормам для певної спільноти людей. Він залежить від індивідуального темпу росту, розвитку і старіння організму. Різниця між хронологічним і біологічним віком на етапі дозрівання може сягати п'яти років, а на етапі старіння – до 20 років.

Відповідно до вікових особливостей розвитку організму весь життєвий цикл людини поділяють на періоди.

Період новонародженості – перші десять днів. **Грудний період** – 10 днів – 1 рік – супроводжується активним ростом і збільшенням маси тіла. За цей період ріст дитини збільшується приблизно в півтора-два рази. У віці шести місяців у дитини починають прорізуватися молочні зуби. Значні зміни відбуваються в скелеті дитини. У новонароджених ще немає типових для дорослої людини вигинів хребта. Вони починають розвиватися з розвитком м'язової системи (мал. 222).

Раннє дитинство – 1–3 роки. У цей період темп росту уповільнюється, але на другому році залишається ще високим (10–11 см за рік), на третьому році – 8 см. У віці двох років закінчується прорізання зубів. У цей період діти інтенсивно розвиваються, особливо швидко розвивається мова, а з нею і мислення (мал. 223).



Мал. 223. У період раннього дитинства виникають прагнення ходити; інтерес до гри

Перше дитинство – 4–7 років. У цей період діти за рік виростають на 5–7 см. У віці 5–6 років з'являються перші постійні зуби. У цей період розвитку діти сприймають багато інформації про навколишній світ й активно розвиваються, дедалі точніше розрізняють предмети та їхні властивості, починають навчатися грамоти, читання, математики тощо. (мал. 224).

Друге дитинство, або ***молодший шкільний період*** **– 8–12 років –** характеризується уповільненням темпів росту. Дитина підростає за рік на 4–5 см. У процесі навчання розвиваються розумові здібностей учнів (мал. 225).



Мал. 224. У дітей виникає бажання вчитися, щось розглядати, імітувати окремі професії

Підлітковий період (хлопці 13–16 років, дівчата – 12–15 років) збігається з періодом статевого дозрівання. У цей період (з 11–12 років у дівчаток і з 13–14 у хлопчиків) спостерігається стрибок у рості (7–8 см за рік); збільшення маси тіла; глибока перебудова організму, пов'язана з початком внутрішньосекреторної функції статевих залоз.

Статеве дозрівання у хлопчиків починається в період від 11 і завершується в середньому до 18 років. З'являється волосся під пахвами і на обличчі, швидко ростуть скелет (щороку зріст підлітка може збільшуватися майже на 10 см) та м'язи. Плечі розширюються, а таз залишається вузьким. Це надає фігурі хлопчика чоловічої статури. Збільшуються і змінюються хрящі гортані, відбуваються зміни голосу, які називають ***мутацією***. У цей час не рекомендують напружувати голосові зв'язки (кричати, голосно розмовляти).

Під впливом статевого гормону посилюється секреція шкірних залоз, особливо на обличчі й спині. Якщо не дотримуватися особистої гігієни, вони можуть запалюватися, утворюючи вугрі, які звичайно зникають до 21–23 років.

Статеве дозрівання в дівчаток відбувається у віці від 9 до 16 років. У цей час починають вироблятися статеві гормони. У цьому віці закладається багато рис характеру, властивих конкретній особистості, виробляється вміння контролювати власну поведінку, здатність керувати собою, своїми вчинками і настроєм. Під впливом авторитету дорослих і навколишнього середовища формується характер, моральні якості людини, її цілеспрямованість. Підлітки прагнуть самовиразитися.



Мал. 225. А – трудове навчання для дівчат, Б – трудове навчання для хлопців

Юнацький період (хлопці – 17–21 рік, дівчата – 16–20 років). У цьому віці ріст і розвиток організму переважно завершуються, усі системи органів практично досягають своєї зрілості.

Зрілий вік настає у віці 21 рік. ***Перший період зрілого віку*** – до 35 років. Це найпродуктивніший період у житті людини, пора, коли розвиваються її здібності, можливості їхнього прояву в конкретній сфері діяльності. У цей період людина здебільшого створює сім'ю, народжує і виховує дітей.

Другий період зрілого віку – від 36 до 60 років у чоловіків і до 55 років у жінок. У цей відрізок часу життя людина намагається реалізувати себе в обраній професії, сім'ї.

Похилий вік починається з 61 року в чоловіків і з 56 років у жінок. Багато людей зберігають у цей період достатньо високу професійну працездатність. **Старечий вік** у чоловіків і жінок починається в 75 років. У цьому віці багато людей ще мають ясний розум і здатні до творчої праці. **Довгожителі** – це люди віком 100 і більше років. Їх на Землі відносно небагато.

Старіння – загальнобіологічна закономірність, притаманна всім живим організмам. Наука, яка вивчає проблеми старіння людини, з'ясовує основні його закономірності – від молекулярного і клітинного рівнів до цілісного організму, називається ***геронтологією*** (від грец. *герон* – старий). Основне завдання геронтології – домогтися того, щоб тривалість життя людини відповідала визначеній її природним можливостям як біологічного виду.

Якщо біологічний вік значно випереджає хронологічний, це свідчить про передчасне старіння. На біологічний вік людини впливають також соціально-економічні умови.

✿ ***Ключові терміни і поняття:*** **біологічний вік, ріст, розвиток, грудний період, дошкільний період, шкільний період, зрілий період, похилий вік, старечий вік, старіння, геронтологія.**

УЗАГАЛЬНИМО ЗНАННЯ

- Кожна людина має свій хронологічний і біологічний вік, які залежать від багатьох внутрішніх і зовнішніх чинників.
- Індивідуальний розвиток людини має умовно визначену періодизацію, що характеризується властивими кожному періоду особливостями. Усі вікові періоди є важливими для її розвитку та становлення як особистості.

ПЕРЕВІРТЕ ТА ЗАСТОСУЙТЕ ЗДОБУТІ ЗНАННЯ

Дайте відповідь на запитання

1. Що таке хронологічний і біологічний вік людини? 2. Які розрізняють вікові періоди в житті людини? 3. Що таке ріст і розвиток? 4. У чому полягають особливості кожного вікового періоду?

ТВОРЧЕ ЗАВДАННЯ. Порівняйте розвиток своїх інтересів у різні періоди шкільного життя.

САМОКОНТРОЛЬ ЗНАНЬ З ТЕМИ

1. Укажіть орган, у якому відбувається процес утворення сперматозоїдів: а) пеніс; б) мошонка; в) сім'яник; г) передміхурова залоза.

2. Укажіть віковий період, у якому відбувається інтенсивне статеве дозрівання: а) молодший шкільний; б) середній шкільний; в) старший шкільний; г) зрілий вік.

3. Позначте орган, за допомогою якого плід зв'язаний з організмом матері: а) плацента; б) яєчник; в) матка; г) маткова труба.

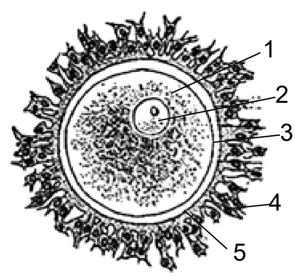
4. Виберіть орган, який виконує функцію чоловічої статевої залози: а) яєчник; б) яєчко; в) сім'яні міхурці; г) передміхурова залоза.

5. Укажіть орган, у якому відбувається запліднення яйцеклітини: а) матка; б) маткова труба; в) яєчники; г) піхва.

6. Позначте захворювання, до якого можуть призвести запальні процеси передміхурової залози: а) гонорея; б) сифіліс; в) простатит; г) СНІД.

7. Установіть відповідність між назвами складових яйцеклітини і цифрами, якими вони позначені на малюнку.

А фолікулярні клітини
Б цитоплазма
В ядро
Г жовткова оболонка



8. Схарактеризуйте особливості підліткового періоду. Чому саме підлітки найбільше підпадають під впливи поведінки інших людей, у тому числі й негативні.

9. Спрогнозуйте свій життєвий шлях.

УЗАГАЛЬНЕННЯ

Організм людини як цілісна саморегульована біологічна система. Взаємодія регуляторних систем організму людини

Протягом цього навчального року ви вивчали будову та особливості функціонування організму людини. Ви переконалися, як складно він організований: мільярди клітин різних типів, об'єднані у тканини, що формують різноманітні органи.

Органи, що виконують спільні функції, входять до складу певної фізіологічної системи. Так, шкіра утворює покриви нашого організму. Її основна функція – захист внутрішнього середовища нашого тіла від зовнішніх несприятливих впливів.

Опорно-рухова система людини складається з внутрішнього скелета і скелетних м'язів, які діють як єдине ціле. Скелет виконує опорну, захисну та кровотворну функції. Скорочення скелетних м'язів зумовлюють рухи всього тіла та його частин. Обмін речовин в організмі людини починається з травної системи, яка забезпечує нормальне функціонування нашого організму. Завдяки травній системі наш організм отримує поживні речовини, які використовуються як будівельний матеріал і слугують джерелом енергії, потрібної для забезпечення нормального функціонування всіх систем органів.

Органи дихальної системи забезпечують процеси газообміну. Надходження в наш організм кисню зумовлює окиснення різних груп органічних сполук (вуглеводів, білків, жирів) та звільнення енергії, яка запасається в цих сполуках. Завдяки цьому задовольняються енергетичні потреби нашого організму. Крім того, з видихуваним повітрям виводяться деякі непотрібні нашому організму сполуки (наприклад, вуглекислий газ). Органи дихальної системи разом зі шкірою та іншими органами беруть участь у процесах терморегуляції, завдяки якій підтримується стала температура нашого тіла.

Важливу функцію транспортної системи нашого організму виконують кровоносна та лімфатична системи. Кровоносна система людини замкнена, вона складається із центрального пульсуючого органа (серця) та судин. Кров та лімфа забезпечують транспорт по нашому організму поживних речовин, газів, кінцевих продуктів метаболізму, біологічно активних речовин, які регулюють діяльність усіх органів та систем органів. Важлива роль крові та лімфи в захисних реакціях нашого організму. Їх здійснюють як певні типи формених елементів (лейкоцити, тромбоцити), так і захисні білки (антитіла та інтерферони). Різні групи лейкоцитів беруть участь у клітинному імунітеті, а захисні білки – у гуморальному.

Кінцеві продукти обміну речовин (метаболізму), які вже непотрібні або навіть шкідливі для нашого організму, виводяться з нього завдяки органам видільної системи (це парні нирки та сечоводи, а також непарні сечовий міхур та сечівник).

Вивчаючи цей навчальний курс, ви переконалися, як тісно організм людини взаємопов'язаний з навколишнім середовищем і як усі фізіологічні процеси в ньому взаємозв'язані.

Узагальнення

Узгоджена діяльність органів різних систем спрямована на забезпечення головної умови нормального існування будь-якого організму – підтримання відносної сталості його внутрішнього середовища (гомеостазу). Її забезпечують регуляторні системи – нервова, ендокринна та імунна. ***Нервову регуляцію*** життєвих функцій забезпечує нервова система. Соматична нервова система керує рухами скелетних м'язів та іннервує органи чуття, завдяки чому забезпечуються зв'язки нашого організму із зовнішнім середовищем та сприймаються сигнали від внутрішніх органів. Вегетативна (автономна) нервова система керує діяльністю внутрішніх органів, її діяльність відбувається поза нашою свідомістю. Завдяки цьому наш організм нормально функціонує навіть тоді, коли ми спимо або знаходимось у непритомному стані.

Діяльність нервової системи має рефлекторний характер. Рефлекси поділяють на безумовні та умовні. Безумовні рефлекси вроджені, вони відносно сталі, подібні у всіх індивідуумів. Натомість формування умовних рефлексів відбувається внаслідок навчання, вони індивідуальні, виникають упродовж усього життя й забезпечують пристосування до різноманітних змін у навколишньому середовищі.

Гуморальну регуляцію діяльності організму людини забезпечують біологічно активні речовини, насамперед гормони та нейрогормони. Гормони виробляються ендокринними залозами, які входять до складу ендокринної системи (гіпофіз, щитоподібна залоза, підшлункова, надниркові, статеві залози тощо). Спеціалізовані клітини нервової системи виробляють нейрогормони, дія яких подібна до дії гормонів. Гормони діють повільніше порівняно з нервовими імпульсами, але їхня дія триваліша. Взаємодія між нервовою та ендокринними системами відбувається на рівні структури проміжного мозку (гіпоталамуса) та провідної ендокринної залози – гіпофіза. Така взаємодія нервової та ендокринної систем загалом забезпечує досконалу нейрогуморальну регуляцію всіх систем органів організму людини.

Гіпоталамус і гіпофіз утворюють єдину гіпоталамо-гіпофізарну систему, у роботу якої закладено принцип прямого і зворотного зв'язку.

Деякі ендокринні залози напряму не залежать від гіпофіза. Це підшлункова залоза (утворює гормони інсулін і глюкагон), мозкова частина надниркових залоз (адреналін і норадреналін), паращитоподібні залози, вилочкова залоза (тимус). У вилочковій залозі виробляються гормоноподібні речовини, які стимулюють дозрівання особливої групи лімфоцитів, встановлюється зв'язок між ендокринними й імунними механізмами.

Імунні механізми гомеостазу забезпечують збереження біологічної індивідуальності. До складу імунної системи входять тимус, лімфатичні вузли, селезінка, кістковий мозок. У кістковому мозку містяться стовбурові клітини. Ці недиференційовані клітини дають початок клітинам інших типів, зокрема форменим елементам крові.

Органи статевої системи забезпечують процеси *розмноження* – відтворення собі подібних. Саме завдяки цьому й існує на нашій планеті людство. Ви вже знаєте, що вид людина є біосоціальною істотою. Вона не може існувати поза соціумом – соціальним оточенням. За допомогою мови людина передає інформацію, здатна її накопичувати та мислити за допомогою абстрактних понять. Отже, людині притаманна досконала вища

нервова діяльність, що забезпечує досконалі пристосування до мінливих умов існування.

Людина є частиною навколишнього природного середовища. Намагаючись необдумано його змінювати, людина може завдавати шкоди самій собі. Єдиний шлях нормального існування людства – жити в гармонії із законами природи, охороняючи те видове різноманіття організмів, які населяють нашу планету, раціонально використовуючи природні ресурси.

Крім збереження й поліпшення стану навколишнього природного середовища, перед людиною стоїть не менш важливе завдання: збереження власного здоров'я. Засвоюючи курс біології цього навчального року, ви вочевидь зрозуміли, що здоров'я є найважливішою цінністю. Здорова людина відчуває себе комфортно, характеризується високою працездатністю, здатністю вирішувати складні завдання. Тому потрібно постійно піклуватися про власне здоров'я: займатися фізичною культурою та спортом, більше бувати на природі, уникати перевантажень і шкідливих звичок (тютюнокуріння, вживання алкогольних напоїв та наркотиків). Особливо заняття фізичними вправами важливі під час формування нашого організму. Саме міцні знання про будову та функціонування нашого організму дозволять вам зберігати та поліпшувати власне здоров'я.

Додаток

Вітаміни: добова потреба, основне джерело отримання, фізіологічна дія і прояв гіповітамінозу чи авітамінозу

Вітаміни	Добова потреба, мг	Основне джерело	Фізіологічна дія	Ознаки гіпо- та авітамінозу
Водорозчинні вітаміни				
B_1 (тіамін)	1,5–3	Житній хліб, вівсяна крупа, печінка, яєчні жовтки	Участь в обміні білків, жирів і вуглеводів	Захворювання «бері-бері», за якого втрачається апетит, настає втомлюваність, дратівливість, порушується діяльність нервової системи
B_2 (рибофлавін)	2–4	Рибні продукти, печінка, молоко, гречана каша	Необхідний для синтезу ферментів	Порушується діяльність нервової системи, уражається рогівка очей, шкіра, слизові оболонки ротової порожнини
B_6 (піридоксин) синтезується мікрофлорою кишечнику	1,5–3	Зернові та бобові культури, печінка, риба	Участь в обміні білків, жирів, кровотворенні	Захворювання шкіри – дерматити
B_{15} (пангамова кислота)	200–300	Свіжі фрукти й овочі	Посилює поглинання клітинами кисню	Порушення серцево-судинної діяльності
C (аскорбінова кислота)	50–100	Чорна смородина, лимон, шипшина	Необхідний для синтезу білків, утворення органічної речовини кісток, підвищує імунітет	Авітаміноз призводить до захворювання на цингу, яке супроводжується кровотечею ясен, нестача – до зниження опірності до інфекцій
Жиророзчинні вітаміни				
A (ретинол, вітамін росту)	1,5–2	Морква, шпинат, червоний перець, абрикос, яйця	Впливає на ріст і розвиток організму	Затримується ріст і розвиток організму, знижується опірність організму до інфекцій, порушується зір
D (кальциферол, або протирахітичний) синтезується в шкірі під впливом ультрафіолетових променів	0,02–005	Риб'ячий жир, яйця, печінка риб, ікра	Бере участь у регуляції обміну речовин	Призводить до виведення цих речовин з кісток і порушення процесів окостеніння, спричиняє м'язову слабкість. Авітаміноз призводить до розвитку захворювання – рахіт
E (токоферол)	10–12	Рослинні олії: соняшникова, кукурудзяна та ін., зелень	Впливає на репродуктивну систему	Спричиняє безплідність
K (філохінон) синтезується кишковими мікроорганізмами	0,2–0,3	Шпинат, капуста, помідори, печінка	Впливає на зсідання крові	Порушення зсідання крові, сильні кровотечі